

UNIVERSITÉ DE PARIS
ÉCOLE SUPÉRIEURE DE PHARMACIE

Année 1908-1909

N° 9

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE
DE LA
MINÉRALOGIE DE L'INDOCHINE

MINÉRAIS ET MINÉRAUX
DU
TONKIN

THÈSE

POUR L'OBTENTION DU DIPLOME DE DOCTEUR DE L'UNIVERSITÉ DE PARIS
(PHARMACIE)

PRÉSENTÉE ET SOUTENUE LE 17 JUILLET 1909

PAR

Gaston DUPOUY

Pharmacien de 1^{re} classe
Chimiste au Service des Mines de l'Indochine
Chef de Laboratoire à Haiphong (Tonkin)

JURY { MM. BOUCHARDAT, président
MOUREU, professeur.
DELEPINE, agrégé.

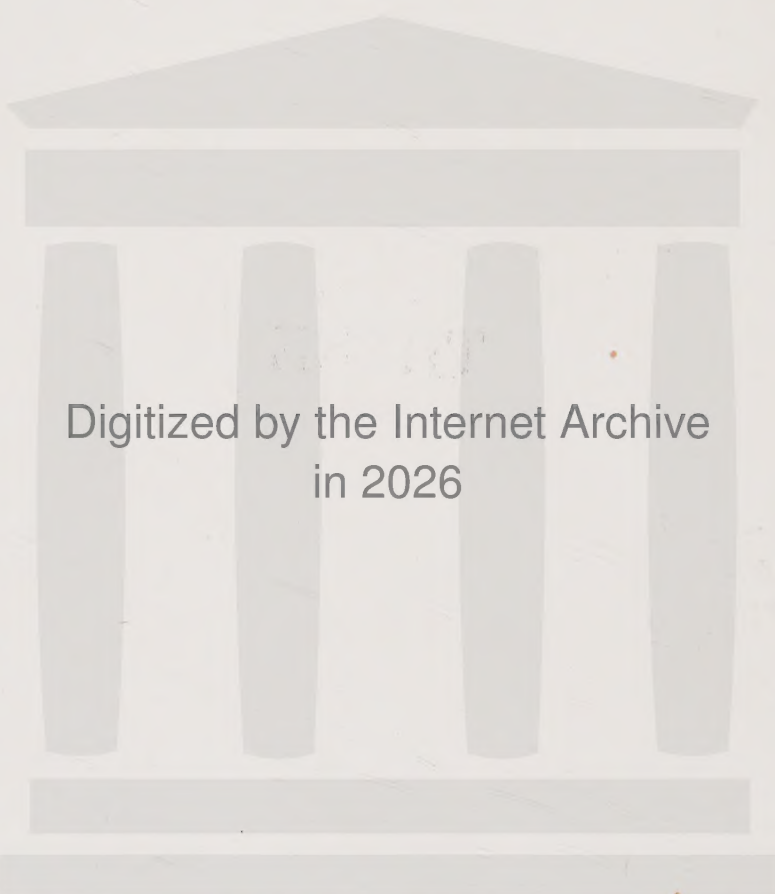
PARIS

ÉMILE LAROSE, LIBRAIRE-ÉDITEUR

11, RUE VICTOR COUSIN, 11

1909

THÈSE



Digitized by the Internet Archive
in 2026

UNIVERSITÉ DE PARIS
ÉCOLE SUPÉRIEURE DE PHARMACIE

Année 1908-1909

N° 9

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE
DE LA
MINÉRALOGIE DE L'INDOCHINE

MINÉRAIS ET MINÉRAUX
DU
TONKIN

THÈSE

POUR L'OBTENTION DU DIPLÔME DE DOCTEUR DE L'UNIVERSITÉ DE PARIS
(PHARMACIE)

PRÉSENTÉE ET SOUTENUE LE 17 JUILLET 1909

PAR

Gaston DUPOUY

Pharmacien de 1^{re} classe
Chimiste au Service des Mines de l'Indochine
Chef de Laboratoire à Haïphong (Tonkin)

JURY { MM. BOUCHARDAT, président
MOUREU, professeur.
DELÉPINE, agrégé.

PARIS

ÉMILE LAROSE, LIBRAIRE-ÉDITEUR

11, RUE VICTOR COUSIN, 11

1909



PERSONNEL DE L'ÉCOLE SUPÉRIEURE DE PHARMACIE

ADMINISTRATION

MM. GUIGNARD, Directeur, Membre de l'Institut, O. ✱, ① I.
BOUCHARDAT, Assesseur, O. ✱, ① I.
E. MUSSON, Secrétaire, ① I.

PROFESSEURS

MM. BOUCHARDAT, O. ✱, ① I.	Hydrologie et minéralogie.
GUIGNARD, Membre de l'Institut	
O. ✱, ① I.	Botanique générale.
VILLIERS-MORIAMÉ, ✱, ① I.	Chimie analytique.
BOURQUELOT, ✱, ① I.	Pharmacie galénique.
GAUTIER, ✱, ① I.	Chimie minérale.
RADAIS, ① I.	Cryptogamie.
BÉHAL, ✱, ① I.	Chimie organique.
PERROT, ✱, ① I.	Matière médicale.
COUTIÈRE, ① I.	Zoologie.
BERTHELOT, ① I.	Physique.
GRIMBERT, ① I.	Chimie biologique.
MOUREU, ✱, ① I.	Pharmacie chimique.
LEBEAU, ① I.	Toxicologie.

Professeurs honoraires : MM. MARCHAND, ① I. ; JUNGFLEISCH, O. ✱, ① I.

AGRÉGÉS EN EXERCICE

MM. GUERBET, ① I.		MM. GUÉRIN, ① I.
DELÉPINE, ① I.		GUÉGUEN, ① I.
TASSILLY, ① I.		LUTZ, ① I.

CHEFS DES TRAVAUX PRATIQUES

MM. DEFACQZ, ① I.	Chimie générale.
COUSIN, ① I.	Chimie analytique.
GORIS, ① A.	Micrographie.
MOURLOT, ① A.	Physique.
BARTHELAT, ① I.	Microbiologie.

Chef du Laboratoire des examens pratiques : M. VALEUR, ① A.
Bibliothécaire : M. DORVEAUX, ① I.

A

MONSIEUR A. LACROIX

Membre de l'Institut
Professeur de Minéralogie
au Muséum National d'Histoire Naturelle

Témoignage affectueux de son élève.



INTRODUCTION

En 1898, pendant notre séjour en Cochinchine, M. le Gouverneur général Doumer nous nomma pharmacien et chimiste de la Mission de M. le Consul général François, au Yunnan.

Le voyage de 2 mois que nous fîmes pour rejoindre notre poste à Yunnan-Sen, nous permit d'examiner en détail la vallée du Fleuve Rouge et de récolter le long de la route un certain nombre d'échantillons minéraux. Quelques mois après, les membres de la mission furent rappelés au Tonkin et un séjour de quelques semaines, entre Long-Po et Lao-Kay, nous donna le loisir de faire quelques prospections dans ce territoire militaire.

En août 1900, un arrêté nous nomma chef du laboratoire d'essais et d'analyses de la Direction générale des Travaux publics, avec mission de créer un laboratoire destiné à contrôler, par des essais mécaniques et chimiques, les matériaux de construction (ciment, etc...) et à analyser les échantillons de minerai que fournissaient des prospections de plus en plus fréquentes. Le laboratoire installé, nous fîmes, sur la demande de quelques Chambres de commerce de France,

plusieurs voyages de recherches (amiante, mica, charbons, calcaires, etc...) au travers du Tonkin qui nous permirent de rassembler des échantillons variés d'espèces minérales.

L'Exposition internationale de Hanoï ouvrit ses portes ; le classement en collections des minéraux et minerais intéressants, récoltés au cours de nos voyages, nous fit décerner une médaille d'or.

En 1903, devant l'intérêt croissant que prenaient les recherches minières au Tonkin, le Protectorat décida de créer un Service des Mines qu'il plaça sous la haute direction d'un Ingénieur en Chef du Corps des Mines métropolitain, M. Lantenois.

La promulgation du décret de janvier 1905, portant organisation du service du personnel des Travaux Publics, en Indochine, nous rattacha à ce service, en qualité de chimiste de 1^{re} classe, et nous donna en outre la direction du laboratoire d'essais des chaux et ciments de Haïphong.

Pendant cette période de dix années, nous sommes resté en constante relation avec notre savant maître, M. A. Lacroix, Membre de l'Institut, Professeur de Minéralogie au Muséum National d'Histoire Naturelle, à Paris, auprès de qui, étant étudiant, nous avions complété nos connaissances minéralogiques. De temps en temps, à mesure de nos trouvailles, nous lui avons envoyé un certain nombre de minéraux, dont quelques-uns font aujourd'hui partie de la grande collection nationale.

C'est sur ses aimables encouragements et sur ses précieux conseils, ainsi que sur ceux de M. Bouchardat, Professeur de Minéralogie à l'École supérieure de

Pharmacie de Paris, que nous avons entrepris ce travail, première étude spéciale sur la minéralogie du Tonkin.

Nous n'avons étudié que les minéraux que nous avons eus entre les mains; il est évident que leur variété doit être plus grande, que leur intérêt scientifique ira croissant avec les découvertes nouvelles. A mesure que les recherches se multiplieront, que les travaux miniers se développeront, la minéralogie prendra son essor.

Les savantes études géologiques de M. l'Ingénieur en Chef Lantenois et des collaborateurs de son service, faciliteront encore toutes les recherches scientifiques et industrielles.

De sorte que dans quelques années, nous l'espérons, un avenir économique nouveau s'ouvrira pour notre belle colonie d'Indochine, si lointaine et par cela même si mal connue. Nous disons que nous l'espérons, car il faut bien se convaincre des grosses difficultés que présente une prospection de quelque importance. Le climat est rude, les voyages sont rendus presque impraticables, pendant 6 à 7 mois de l'année, par la chaleur torride de l'été, si pénible au Tonkin et par les pluies torrentielles de cette saison, suivies de fortes inondations. Il faut profiter de la période hivernale plus clémente, mais les chemins de communication manquent souvent dans certaines provinces, surtout dans la Haute Région.

L'acheminement est lent, la main-d'œuvre rare, de mauvaise volonté, quelquefois dangereuse, aussitôt qu'il s'agit de toucher au sol, tant par superstition que par crainte de la maladie et enfin la brousse in-

tense, immense, abat souvent les courages les mieux trempés.

Nous nous faisons ici un devoir et un plaisir d'adresser tous nos remerciements et le témoignage de toute notre gratitude aux personnes qui ont eu l'extrême amabilité de nous donner échantillons, renseignements ou conseils : A monsieur l'Ingénieur en Chef des Mines Lantenois, à messieurs les Ingénieurs Beauverie, Brard, à messieurs les conducteurs provinciaux, à messieurs Brousmiche, Bunel, Duclos, Dumont, Dupont, Kahn, J. Lefebvre, Nougarede, Saillard, et enfin à tous, colons, fonctionnaires ou soldats.

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE
DE LA
MINÉRALOGIE DE L'INDOCHINE

MINÉRAIS ET MINÉRAUX
DU
TONKIN

CHAPITRE PREMIER

LA MINÉRALOGIE AU TONKIN

Quand on examine tous les documents publiés sur l'Indochine et particulièrement sur le Tonkin, si l'on trouve quelques travaux importants sur la géologie, comme ceux de MM. Fuchs, Zeiller, Lantenois, Zeil, Mansuy, Monod, on ne rencontre qu'un petit nombre de notes concernant la minéralogie et encore ne sont-elles, sauf en ce qui concerne les charbons, que de simples énumérations de gisements. Nous croyons devoir citer chronologiquement toutes ces publications et qu'on veuille bien nous excuser, si quelqu'une a pu nous échapper au milieu de nos nombreuses recherches bibliographiques.

En 1880, Romanet du Caillaud décrit dans son *Histoire de l'intervention française au Tonkin* quelques gisements aurifères.

En 1882, M. Fuchs, Ingénieur au corps des Mines, publie le résultat de sa mission en Indochine sous le titre : *Exploration des gîtes de combustibles et de quelques gîtes métallifères de l'Indo-Chine*. Etude surtout géologique où sont examinés les charbons du Tonkin sous le rapport de leurs propriétés physiques et de leur composition chimique.

En 1884, M. Ch. Lemire publie un ouvrage : *L'Indochine*, où il cite quelques gisements d'or et de cuivre le long de la vallée du Fleuve Rouge.

MM. Savigny et Bischoff, dans *Les richesses du Tonkin*, donnent, en 1885, l'énumération succincte de quelques produits minéraux.

En 1888, M. Sarran, Ingénieur civil, chargé de mission au Tonkin, en 1884, publie une étude sur les charbonnages de l'Indochine.

Le prince Henri d'Orléans, dans son ouvrage *Autour du Tonkin*, daté de 1894, rapporte les visites qu'il fit aux gisements de charbons de Hongay et de Ke-Bao et aux gisements aurifères de Mo-Lou.

Plus nouvellement, en 1898, M. Monod fait insérer, dans le *Bulletin économique de l'Indochine*, une note sur les charbonnages du Tonkin où il donne quelques analyses de charbons.

En 1899, le même bulletin insère une statistique minière du Tonkin qui donne, sans aucune indication, le nombre de périmètres inscrits pour chaque province.

De nouveau, en 1900, M. Monod fait paraître un rapport sur les gisements de fer de Ban-Vuoc, où il décrit le gisement et donne la teneur en fer des minerais, d'après une analyse de M. Bélard ; puis, en 1903, il écrit une notice sur les gisements de charbons indochinois.

Envoyé de France, en mission en 1902, M. De Saugy raconte sa visite aux mines de cuivre de Van-Saï, sur la Rivière Noire.

M. Lantenois, Chef du Service des Mines au Tonkin, fait un rapport, en 1903, sur les gisements alluvionnaires aurifères du Mékong où il cite accessoirement le gisement tonkinois de Mo-Son, puis, l'année suivante, il fait un autre rapport sur la situation minière de l'Indochine, de juillet 1903 à juillet 1904, au point de vue des périmètres inscrits et des tentatives d'exploitation de quelques sociétés.

Entre 1903 et 1906, M. Colomer publie *Les gîtes minéraux du Tonkin*, et M. Laurent *Les produits coloniaux d'origine minérale*. Ces deux ouvrages donnent des indications de gisements et quelques renseignements miniers.

Enfin, en 1908, le *Bulletin économique de l'Indochine* publie une note de M. Saurel, sur une mission de prospection dans le secteur de Quan-Ba, en vue de la recherche de quelques minerais signalés dans cette région.

Nous ferons aussi mention de l'ouvrage *Minéralogie de la France et des Colonies*, de notre savant maître M. A. Lacroix, auquel, à diverses reprises, nous avons envoyé des échantillons minéraux, dont il a signalé ou décrit quelques-uns.

Puis, quoique M. Beauverie, Ingénieur civil des Mines, n'ait rien publié, nous ne pouvons passer sous silence le nom de notre ami, qui, pendant 15 années, parcourut le Tonkin et reconnut de nombreux gisements de diverses natures.

Voici donc un certain nombre de notes d'époques différentes, signalant plusieurs gisements de combustibles et de métaux, au Tonkin. La notice officielle du Service des Mines, publiée en 1906, à l'occasion de l'Exposition coloniale de Marseille, en

donne l'énumération complète. C'est elle qu'on devra consulter pour tous les renseignements miniers.

Mais, toutes ces notes de nature géologique et minière s'écartent du but de notre travail, et les gisements, dont nous allons parler dans la suite, ne sont cités que parce qu'ils renferment les corps que nous voulons décrire.

Notre travail ne relève que de la minéralogie, science qui traite de l'histoire naturelle et de la composition des différents produits de nature minérale ; il laisse de côté tout ce qui touche à l'exploitation des mines. Nous étudierons toutes les espèces, dont nous connaissons l'existence et que nous avons examinées nous-même au Tonkin. Nous donnerons leurs propriétés physiques, aspect, densité, dureté, leurs caractères cristallographiques, et quelquefois optiques, et enfin, leur composition chimique. A la suite de chaque espèce, nous énumérerons les gîtes où on la rencontre, et les minéraux qui l'accompagnent, puis, autant que possible, la nature des roches encaissantes.

Nous nous abstiendrons d'émettre une opinion quelconque sur l'étendue, la valeur et les conditions d'exploitabilité d'un gisement cité : nous ne savons rien de certain sur ce sujet, les prospections étant encore trop incomplètes.

Nous diviserons donc notre sujet de la façon suivante :

Quelques données géographiques et climatologiques sur le Tonkin. La géographie aidera à lire la carte minéralogique qui termine l'ouvrage et la climatologie donnera quelques renseignements utiles à nos compatriotes désireux de faire quelques prospections dans un pays qui leur est si inconnu et sur lequel circulent beaucoup d'erreurs.

Puis l'étude minéralogique proprement dite des minerais et

minéraux, passés en revue suivant l'ordre de la classification chimique des corps simples, métalloïdes et métaux.

Enfin, nous terminerons par des considérations générales sur la valeur et l'emploi des espèces décrites, en disant quelques mots de la main-d'œuvre que les prospecteurs peuvent avoir à employer, et en donnant certains renseignements de statistique commerciale, d'après les documents officiels.

Une carte minéralogique finira ce travail en indiquant, par des signes conventionnels, la situation approximative des gisements métallifères mentionnés.

CHAPITRE II

DONNÉES GÉOGRAPHIQUES ET CLIMATOLOGIQUES

En 1872, Francis Garnier écrivait : « Les bouleversements incessants dont l'Indochine a été le théâtre, les désignations innombrables données tour à tour à chaque peuplade, à chaque cours d'eau, à chaque chaîne de montagnes, ont produit, au point de vue géographique, un chaos presque inextricable et les traits les plus saillants de la constitution physique de la contrée ne restent pas moins difficiles à saisir que ceux de son existence politique. »

Aujourd'hui, grâce aux laborieux travaux du Service Géographique, cette confusion ne peut plus exister. Des cartes à grande échelle permettent de préparer d'utilisables itinéraires et de prospector le pays sans courir le risque de s'égarer.

C'est d'après ces cartes, que nous avons établi les données géographiques qui suivent.

Le Tonkin est le pays le plus septentrional de l'Indochine française. Ses limites sont, au Nord, les provinces chinoises du Quang-Toung, du Quan-Si, et du Yunnan ; à l'Ouest, le Laos septentrional ; à l'Est, le Golfe du Tonkin, et au Sud, l'Annam.

Il se trouve situé entre les 20° et 23°,20 de latitude Nord et les 101° à 105°,40 de longitude Est ; il est donc entièrement compris dans la zone tropicale, juste au Sud du tropique du Cancer.

Sa superficie est de 120.000 kilomètres carrés.

Son littoral, assez développé, dépasse 300 kilomètres de côtes basses et marécageuses pour la partie qui s'étend de l'Annam aux bouches du Thaï-Binh et très rocheuse de ce cours d'eau à la frontière chinoise. Cette dernière partie est parsemée d'îles et d'ilots rocheux de constitution calcaire, formant plusieurs rangées parallèles à la côte et encerclant, entre elles et le rivage, les fameuses baies d'Along et de Faï-Tsi-Long, anciens repaires des pirates chinois qui terrorisèrent pendant des siècles le golfe du Tonkin, qui baigne toute cette côte.

Le Tonkin peut se diviser en deux régions distinctes :

Une région basse marécageuse, sillonnée d'une multitude de cours d'eau communiquant les uns avec les autres, formée des alluvions anciennes et contemporaines du Fleuve Rouge et du Song-Cau, que l'on nomme couramment le Delta. C'est un vaste triangle isocèle dont, approximativement, le sommet est occupé par Viétri et les deux angles de la base par Ninh-Binh et Quang-Yen. Ce Delta est très peuplé et ne forme qu'une immense rizière, vraie richesse actuelle du Tonkin.

Une région montagneuse, dont l'altitude peut atteindre exceptionnellement 3.000 mètres, mais où celle-ci oscille fréquemment entre 800 et 1.500 mètres. Cette région, également très arrosée par les affluents des fleuves qui forment le delta, est très broussailleuse, peu peuplée, pauvre, souvent malsaine. C'est ce qu'on appelle couramment la Haute Région.

Orographie.

Deux grosses formations montagneuses de constitution minéralogique très différente, séparées par le Song-Cau, constituent cette Haute Région : à l'Ouest, des chaînons formant le prolongement de la grande chaîne tibétaine d'orientation constante Nord-Ouest, Sud-Est ; à l'Est, d'épais massifs assez nettement définis de vague direction, Nord-Est, Sud-Ouest.

Les chaînons occidentaux sont sensiblement parallèles. Le plus occidental est formé de plusieurs massifs secondaires, comme le Pou-Nan-Deng, le Pou-Nong, le Pou-Hiem, le Phou-Poc, atteignant de fortes altitudes. Il est couvert de vastes forêts de pins et de chênes ; à ses pieds coule la Rivière Noire qui le sépare d'un deuxième chaînon, formé de schistes cristallins et de roches vertes éruptives avec pointements granitiques, dont une des parties, à l'Ouest de Lao-Kay, forme quelques pics presque verticaux atteignant 3.000 mètres. Ces pics granitiques sont fréquents dans cette région. Ce chaînon vient buter au Sud contre le mont Bavi. Un troisième chaînon de même constitution minéralogique forme avec le précédent la vallée du Fleuve Rouge. Il est formé d'une suite de sommets atteignant 5 à 600 mètres portant les noms de Nui-Mac, Nui-Con-Voi, Nui-Ban. Il va buter à son tour contre le massif du Tam-Dao. Il sépare le bassin du haut Fleuve Rouge de celui de la Rivière Claire.

A l'Est de ces chaînons, ne se trouvent plus que quelques massifs isolés, de même formation et sans doute de même origine, paraissant les derniers rejets de la grosse chaîne himalayenne, avec une altitude atteignant 1.500 mètres : le Pia-ya,

le Phia-Bioc, et enfin le Pia-Ouac, dont nous aurons beaucoup à parler dans le cours de ce travail.

Donc, au point de vue pétrographique, d'après les nombreuses roches recueillies et examinées par plusieurs géologues et par nous-même, on peut considérer cette formation montagneuse comme faite de granites et de schistes cristallins métamorphiques, pour la vallée du Fleuve Rouge, et de roches vertes éruptives pour la Rivière Noire. Nous y rencontrerons les minéraux particuliers à ce genre de roches.

La deuxième formation, à l'Est du Song-Cau, est composée de plusieurs massifs principalement constitués par des calcaires métamorphiques. C'est un vaste plateau limité par une courbe renfermant les plus hauts sommets. L'érosion y a formé de nombreux cirques donnant un aspect tout à fait caractéristique et inoubliable par son imposante grandeur.

Formant la frontière du Tonkin, alignés suivant une direction Ouest, Nord-Ouest, Est, Sud-Est, nous avons les massifs du Dong-Quan, du Lung-Sung, du Lu-Khu, des Ba-Chau (Lante-nois). Puis, un massif de direction Nord-Sud, formé de schistes cristallins avec quelques sommets comme le Cao-Pien, et enfin, le massif du Bac-Son, anciennement dénommé massif du Cai-Kinh, de formation calcaire, très déchiqueté et dont l'altitude varie de 8 à 1.200 mètres.

De ce plateau essentiellement calcaire, sortent des cours d'eau, affluents du Tse-Kiang.

Au Sud, parallèlement au rivage, se trouve une petite chaîne de direction sensiblement Est-Ouest, dite chaîne de Dong-Frieu, au pied de laquelle coule le Song-Luc-Nam.

Hydrographie.

De ces massifs montagneux sortent de nombreux cours d'eau torrentueux, d'arroyos, qui forment deux fleuves dont les deltas se confondent : le Fleuve Rouge, et le Song-Cau.

Le Fleuve Rouge ou Song-Koï, prend sa source en Chine. Il a une direction régulière, Nord-Ouest, Sud-Est. Il coule dans une vallée étroite, formée de granites et de schistes cristallins. Son cours est torrentueux, jusqu'à Lao-Kay, où il a une centaine de mètres de largeur. Son lit, d'abord très rocheux, devient peu à peu vaseux à mesure que le courant se ralentit. A partir de Yen-Bay, il change de cours, il s'étale, et finit, à Cam-Khé, par former de vastes étangs marécageux, commencement de son immense delta où il atteint 3 à 400 mètres de large, en formant d'abondants bancs de sable, obstacles fréquents à la navigation. En dehors de petits affluents, tels que le Long-Po, le Nam-Ty, et quelques autres, presque à sec la moitié de l'année, le Fleuve Rouge reçoit deux gros affluents sensiblement plus forts que lui : la Rivière Noire ou Song-Bo, à droite, près de Hong-Hoa ; la Rivière Claire, à gauche, à Viétri.

La Rivière Noire vient de Yunnan, et a un cours parallèle à celui du Fleuve Rouge jusqu'à Cho-Bo où elle coule alors du Sud au Nord. Sa vallée, très resserrée, est formée de roches éruptives vertes qui lui donnent, en même temps que d'épaisses forêts, un aspect sombre qui lui ont fait donner son nom. Tout son cours n'est qu'un vaste torrent, très rocheux, jusqu'à Cho-Bo, où elle devient vraiment navigable. Elle arrose Lai-Chau, Van-Bu, Van-Yen, Cho-bo et Hoa-Binh.

La Rivière Claire vient également du Yunnan et son cours

Nord-Sud est également torrentueux. Elle ne devient guère navigable qu'à partir de Tuyen-Quang, après avoir reçu à gauche le Song-Gam qui, par le Song-Nang, reçoit les eaux du lac Ba-Bé. A droite, elle reçoit le Song-Chay, grand affluent parallèle au Fleuve-Rouge. Les villes importantes situées sur son cours sont Hagiang, Tuyen-Quang, Phu-Doan.

Une trentaine de kilomètres après le confluent de ces rivières, le Fleuve Rouge commence à se diviser. Il forme le Day, près de Sontay, qui, par un cours Nord-Sud, va directement à la mer, en passant par Ninh-Binh. Puis, en aval de Hanoï, il forme plusieurs bras par lesquels il va se jeter à la mer. Ceux-ci communiquent les uns avec les autres, avec le Day et avec les bras du Song-Cau, par le canal des Rapides et le canal des Bambous, de sorte que tout ce delta n'est qu'un vaste réseau de cours d'eau dirigés dans tous les sens.

Le Fleuve Rouge passe par Baxat, Lao-Kay, Bao-Ha, Yen-Bay, Hong-Hoa, Viétri, Hanoï, Hung-Yen, Nam-Dinh.

Les eaux de ce grand fleuve et de ses affluents sont vaseuses et leur volume varie beaucoup suivant les saisons. En juillet, août, les inondations sont fréquentes, et quelquefois terribles. A cette époque, le fleuve roule des eaux rouges, marron, renfermant une forte quantité de limon. Pour les usages domestiques, les indigènes les décantent, puis en précipitent les matières terreuses, au moyen d'un peu d'alun enfermé dans un bambou percé, qu'ils agitent au sein du liquide.

A titre documentaire, nous donnons les poids maxima de limon contenu dans un mètre cube d'eau, que nous avons observés à diverses époques de la saison pluvieuse.

A Than-Ba, en 1901 : 6 juillet, 5 kg. 400 ; 30 août, 4 kg. 600 ; 22 septembre, 7 kg. 250 ; 7 octobre, 4 kg. 460.

A Hanoï, en 1903 : 18 août, 1 kg. 300 ; 2 septembre, 3 kg. 500.

Le Song-Cau a un cours plus modeste que le Fleuve Rouge, mais son delta est presque aussi important.

Il sort du massif du Phia-Bioc. D'abord d'une direction Nord-Sud, au-dessous de Thai-Nguyen, il va du Nord-Ouest au Sud-Ouest. Son principal affluent est le Song-Thuong, arrosant Phu-Lang-Thuong, à gauche, grossi du Song-Luc-Nam. A partir de cet endroit, il prend le nom de Thai-Binh, et se divise en plusieurs bouches dont le Cua-Cam, passant par Haïphong et le Cua-Nam-Trieu arrosant Quang-Yen. Sur ce fleuve, se trouvent Thai-Nguyen, Dap-Cau, Sept Pagodes, Haï-Duong.

Du Nord-Est du Tonkin, sortent le Song-Ki-Kong, passant à Lang-Son, et le Song-Bang-Giang, à Cao-Bang, qui vont se réunir à Long-Tchéou, pour se verser plus tard dans le Tsé-kiang.

En 1903, la quantité maxima de limon entraîné par le Song-Cau, en aval de Sept Pagodes, a été, en octobre de 550 grammes au mètre cube ; par le Thai-Binh, de 870 grammes, le 20 juillet ; par le Cua-Cam, 390 grammes, le 20 juin.

Géographie politique.

Le Tonkin est peuplé approximativement de 15 millions d'habitants, appartenant surtout à la race annamite, dans toutes les régions basses du Delta. Dans la Haute Région, on trouve principalement les Thos, les Mans, les Muongs, etc... sur lesquels beaucoup de voyageurs ont écrit des récits aussi inexacts que fantaisistes. Nous nous contenterons de dire simplement que nous avons voyagé au milieu de ces peuplades et qu'il ne

nous est jamais rien arrivé de fâcheux. Le salaire du travail accompli, la patience, le respect des coutumes locales sont les meilleures armes du prospecteur.

Le pays est divisé en 22 provinces, et trois territoires avec deux villes à juridiction spéciale, Hanoï, la capitale, siège des tribunaux, des diverses administrations et du Gouvernement Général, et Haïphong, le port principal, dernière escale des nombreux navires venant de Marseille, tels que ceux de la Compagnie des Messageries Maritimes et de la Compagnie des Chargeurs Réunis.

Le mouvement des navires entrés dans le port de Haïphong a été, pour 1907, de 170 de nationalité française et de 210 de nationalité étrangère, principalement allemande, donnant un tonnage global de 80.402 tonnes, dont 50.593 pour la France.

En 1907, pour le Tonkin, l'importation a été de 70.000 tonnes et l'exportation de 298.000.

Voies de communication.

Voies fluviales. — D'après l'aperçu hydrographique qui précède, on saisit l'importance de ce réseau de cours d'eau qui sillonne le Delta en tous sens, formé des eaux de deux fleuves, dont la direction et celle de leurs affluents forment un vaste éventail grossièrement représenté par un tiers de cercle dont la frontière formerait la circonférence et la province de Hoa-Binh, le centre, à une cinquantaine de kilomètres à l'Ouest-Sud-Ouest de Hanoï. Les rayons extrêmes, Rivière Noire et Song-Luc-Nam, forment un angle d'environ 115 à 120°. Par

suite, les produits des différentes régions du Tonkin se trouvent amenés à se concentrer en un point voisin du grand port d'embarquement, Haïphong.

La navigabilité varie avec les saisons, car beaucoup de cours d'eau, coulant en pleins bords en été, sont à sec en hiver, pendant plusieurs mois. Le niveau de l'eau change rapidement en l'espace de quelques heures. Nous avons vu, à Lao-Kay, une crue de 8 mètres en une nuit. Il faut admettre, en général, que, soit par la présence de bas-fonds ou de rochers, soit par régime irrégulier des eaux, on ne peut faire usage que de bâtiments ayant un très faible tirant d'eau, dont les monoroues sont le type. Là où les bâtiments à vapeur ne trouvent plus suffisamment de fonds, le transport se fait par jonques pouvant transporter 10 à 40 tonnes et enfin par sampans, petits bateaux en bois, à fond très plat portant 2 à 3 tonnes. Dans la haute Rivière Claire et dans la haute Rivière Noire, on se sert même de pirogues.

Le Fleuve Rouge est navigable par vapeurs monoroues jusqu'à Yen-Bay, et pendant deux ou trois mois, jusqu'à Lao-Kay, suivant les années. Les échouages sont fréquents, mais le lit du fleuve ayant été déroché, la navigabilité est en somme assez facile.

La Rivière Noire n'est navigable par vapeurs que jusqu'à Cho-Bo ; son cours rencontre de nombreux seuils rocheux formant des rapides toujours très difficiles à traverser, de sorte que les transports sur cette rivière sont délicats et onéreux.

La Rivière Claire n'est guère navigable par vapeurs que jusqu'à Tuyen-Quang, et cela suivant les époques ; au-dessus, sinueuse et torrentueuse, la navigation devient très pénible.

Le Song-Cau est facilement remonté par les vapeurs jusqu'à

Dap-Cau, d'où il n'est plus navigable qu'à de faibles sampans de 2 à 5 tonnes jusqu'à quelques kilomètres au Nord de Thaï-Nguyen.

Dans le Delta, on a vu qu'il existait deux canaux faisant communiquer les deux bassins. Ces canaux s'envasent très rapidement, de sorte que les échouages quelquefois de plusieurs jours y sont fréquents ; surtout dans le canal des Bambous, qui permet d'aller par eau de Hanoï à Haïphong, en douze heures.

Routes. — Dans le Delta, ces routes sont des digues faites d'argile. Elles ne sont pas empierrées, sont rarement carrossables, quelle que soit l'époque et presque impraticables pendant la saison des pluies. Peu de routes de ce genre pourraient supporter le charroi d'une exploitation minière par traction animale, du reste ce charroi n'existe pour ainsi dire pas au Tonkin, où tout se porte à dos d'hommes et quelquefois à dos de mulets.

Chemins de fer. — En 1899, quand nous arrivâmes au Tonkin, une seule ligne de chemins de fer existait reliant Gia-Lam, près de Hanoï à Lang-Son, voie de 1 mètre dans la première partie jusqu'à Kep et voie de 60 centimètres pour le restant d'une longueur de 150 kilomètres. En 1907, le réseau tonkinois avait un développement, en voie normale, de 743 kilomètres, avec de grands ponts métalliques, comme celui de Hanoï sur le Fleuve Rouge de 1.850 mètres, celui de Viétri sur la Rivière Claire, celui de Haï-Duong sur le Thaï-Binh, etc... L'achèvement de ce travail a permis de relier, par quatre lignes, Hanoï : 1° à Lao-Kay, par Viétri et Yen-Bay, 297 kilomètres ; 2° à Haïphong, par Haï-Duong, 102 kilomètres ; 3° à Dong-Dang, par Bac-Ninh, Phu-Lang-Thuong et Lang-Son, 163 kilomètres ;

4° à Than-Hoa, par Phu-Ly, Nam-Dinh et Ninh-Binh, 476 kilomètres.

La voie ferrée de Lao-Kay à Haïphong, par Hanoï, continuée par la ligne de Lao-Kay à Yunnan-Sen bientôt terminée, en dehors du transit au travers de notre colonie, amène à notre marine commerciale, les marchandises du Yunnan. La voie ferrée de Dong-Dang à Haïphong, par Hanoï, y amène celles de Quang-Si.

Voies fluviales étalées en éventail, voies ferrées reliant les bassins hydrographiques les uns aux autres font donc du Tonkin un pays bien percé pour la pénétration dans les provinces riches de la Chine méridionale et bien disposé pour faire converger tous les minerais futurs vers les régions du Delta, riches en charbons et en main-d'œuvre, et vers le port d'embarquement.

Climatologie.

Le régime météorologique tropical est à peu près le même pour toutes les régions du Tonkin. Placé dans l'hémisphère boréal, l'année s'y divise en saisons sensiblement correspondantes à celles de France, avec prédominance très marquée de deux périodes, l'une de mai à septembre, l'autre de novembre à mars.

La première est la saison chaude, pluvieuse, pénible à supporter pour l'Européen. En mai, la température commence à atteindre 33°C le jour, et 28°C la nuit ; en juin, juillet et août, les orages sont fréquents, c'est la vraie période des pluies, caractérisée par une humidité constante où l'air atteint son maximum de saturation certains jours de juillet. La tension élec-

trique devient intolérable. La température, qui ne dépasse pas, il est vrai, 35° ou 36°C le jour, se maintient à 33° ou 34°C la nuit, le plus souvent sans air. Le corps épuisé par une transpiration constante trouve difficilement un repos et un sommeil réparateurs. Septembre est le mois où la quantité d'eau tombée atteint son maximum. En octobre, les pluies deviennent moins fréquentes, les nuits moins chaudes, et en novembre, commence la deuxième période qui peut facilement être comparée aux belles saisons des climats tempérés. Cette saison est sèche jusqu'à la mi-février, la température minima est de 6 à 8°C et quelquefois 3 ou 4°C dans les parties montagneuses, la nuit et le matin. Pendant le jour, la température oscille entre 12° et 20°C. A cette époque toutes les plantes d'Europe, ornementales et alimentaires, croissent avec vigueur et l'Européen, fatigué par cet été déprimant, plus pénible que celui de la Cochinchine, peut facilement recouvrer son énergie et travailler avec autant de force et de courage que dans son pays d'origine. A partir de la mi-février, le ciel se couvre, le soleil disparaît et une humidité froide pénètre partout. Une petite pluie fine tombe jour et nuit : il « crachine » ; c'est une époque désagréable, pendant laquelle tous les cryptogames, sous la forme de moisissures les plus diverses, envahissent les habitations et tout ce qu'elles renferment. Tout moisit.

Notre ancienne fonction de pharmacien des postes médicaux de la Chine, et notre séjour de dix années en Indochine, nous permettront d'exposer sommairement les quelques maladies qui peuvent frapper nos compatriotes et de donner quelques conseils d'hygiène préventive.

D'abord le paludisme. Les nombreux travaux publiés sur ce sujet ces dernières années, démontrent l'influence pernicieuse

de la piqûre des moustiques (anophèles). Le paludisme prend au Tonkin les aspects les plus divers : fièvres atypiques, accès pernicieux, bilieux, névralgies, etc...

Puis, la peste, due au *bacillus pestis*, véhiculé par les rats, mais inoculé par les puces.

Voilà pour les méfaits des insectes. On luttera contre le paludisme en asséchant les marécages, en évitant toutes les eaux stagnantes où vivent les larves d'anophèles et en se garantissant de la piqûre des moustiques par de bonnes moustiquaires et des toiles métalliques aux ouvertures des habitations. Une moustiquaire doit être le premier bagage d'un prospecteur. On combattra la peste par la propreté.

Nous avons ensuite les maladies provoquées par l'emploi des eaux impures comme boisson, des légumes verts et des viandes insuffisamment cuites comme aliments. L'absorption de ces substances, contenant de nombreux œufs de vers, est souvent funeste, car ceux-ci se développent dans l'appareil digestif et donnent naissance à des oxyures, lombrics, tænia, causant par l'irritation qu'ils produisent, soit par leurs piqûres de la paroi intestinale, soit par leurs toxines, des troubles graves.

On filtrera l'eau au travers de filtres journellement nettoyés ou, radicalement, on la fera bouillir en ayant soin de l'aérer après son refroidissement. On lavera les légumes, surtout les salades dans de l'eau bouillie, légèrement vinaigrée, en rejetant même celles, comme le cresson, dont un nettoyage convenable est impossible. Quant aux viandes, porc et bœuf, on les fera cuire suffisamment. On aura, en outre, par ces précautions, la chance d'éviter autant que possible la dysenterie.

Sans nous étendre plus longuement, ajoutons, comme maux divers, la variole, le choléra, l'insolation, les affections du foie.

Tout le monde connaît le remède préventif de la variole : la vaccination. Depuis l'installation de la France au Tonkin, cette maladie qui, autrefois faisait de terribles ravages, parmi les populations indigènes, disparaît aujourd'hui presque complètement.

Le choléra a enlevé jadis beaucoup d'Européens, mais à moins d'épidémies impossibles à prévoir, la mortalité qui lui est attribuable est assez réduite. En temps d'épidémie, il faudra traiter sans retard et énergiquement tout trouble intestinal.

Contre l'insolation, on se couvrira la tête, jusqu'au coucher du soleil, d'un bon casque protégeant bien les tempes et la nuque et on évitera l'emploi de casques de fantaisie, malheureusement si répandus. En été, on se vêtira de costumes de toile, en hiver de costumes de drap.

Quant aux affections du foie, depuis la simple hépatite jusqu'à l'abcès, elles sont malheureusement fréquentes au Tonkin. Il faut avant tout se rappeler que le foie est un organe essentiellement congestif, et par conséquent éviter tout ce qui tendra à le congestionner. Les chaleurs de l'été tropical impossibles à éviter lui sont déjà suffisamment funestes, sans y ajouter l'action d'une alimentation trop copieuse et surtout celle de l'alcool, soutien trompeur, cruel ennemi de l'habitant des tropiques.

CHAPITRE III

ESPÈCES MINÉRALES DU GROUPE DES MÉTALLOIDES

Carbone.

Combustibles minéraux.

Houille. — Au Tonkin, comme l'ont démontré les importants travaux de M. Zeiller sur les plantes fossiles, recueillies en grande quantité, les gîtes de ce combustible, connus ou exploités, à l'heure actuelle, appartiennent à l'étage rhétien, fortement développé dans la région s'étendant dans une direction Nord-Est, Sud-Ouest, entre le Song-Luc-Nam, le Song-Da-Bach, et les baies d'Along et de Fai-Tsi-Long, et signalé en outre au Sud de Cho-Bo.

Toute cette contrée se trouve recouverte de mamelons, et de collines, formés de grès siliceux et de poudingues, surmontant des bancs de schistes, au milieu desquels se trouvent intercalées des couches de charbon d'une épaisseur variant de 1 à 5 mètres.

Cette houille, comme le montreront les analyses qui suivent, est un charbon maigre se rapprochant beaucoup de l'antracite. Son pouvoir calorifique (jusqu'à 8.000 calories) est assez élevé,

mais il brûle difficilement, ne contenant que 5 à 12 0/0 de matières volatiles. Il est friable, ce qui, tout en augmentant le prix de revient, en rend l'emploi délicat et onéreux, car il ne peut être brûlé que dans des foyers à tirage artificiel, sous une faible épaisseur et sans être touché pendant la combustion. Une faible partie de la grande quantité de menus, obtenus par l'extraction, ne trouve d'emploi que mélangée au charbon gras et au brai dans la confection de briquettes dont la consommation est encore très limitée.

Il y a actuellement, en exploitation plus ou moins active, trois bassins principaux :

Hongay ;

Dong-Trieu ;

Ké-Bao.

Nous ne nous étendrons pas sur la description de ces gisements, plusieurs monographies ayant été publiées sur ce sujet, comme nous l'avons signalé dans l'introduction de ce travail.

Le bassin le plus important est celui de Hong-Hay (Province de Quang-Yen) composé de trois concessions : Nagotna, Hatou, Campha.

Il est bordé par la mer sur une longueur d'une dizaine de kilomètres et limité, au Nord, à 4 kilomètres du rivage, par des collines s'appuyant sur un pli de calcaire parallèle au littoral.

Le gîte principal est celui de Hatou. Il est relié par une voie ferrée d'une douzaine de kilomètres à la ville de Hongay, située au fond d'une baie large et bien abritée, formant un bon mouillage, de sorte que les navires peuvent venir prendre leur chargement à quai. En ajoutant que l'exploitation se fait à ciel ouvert, l'on voit immédiatement l'importance économique d'un tel gisement. L'épaisseur exploitable, d'une cinquantaine de

mètres de puissance, est divisée en plusieurs couches séparées les unes des autres par des schistes extrêmement fossilifères.

Le gîte de Nagotna s'exploite par puits et galeries ; une voie ferrée de 5 kilomètres le relie à Hongay. Il se compose de 3 couches d'une épaisseur de 4 m. 50 et d'une quatrième de 1 m. 50.

Quant au gîte de Campha, l'exploitation est à peine commencée.

Ces trois gîtes donnent des charbons légèrement différents au point de vue de leur teneur en matières volatiles et en soufre.

Aux environs de ces gîtes importants, existent quelques petites exploitations, dont le charbon a sensiblement la même composition moyenne.

Après Hongay, vient le bassin houiller de Dong-Trieu, dont l'exploitation actuelle se trouve concentrée à proximité de la rive gauche du Song-Da-Bach, Huyen de Dong-Trieu, Province de Haï-Duong.

Cette exploitation se fait par galeries de direction Est-Ouest, parallèle aux plissements du sol. Il y a de nombreuses couches d'épaisseur importante, mais malheureusement mélangées d'une grande quantité de bancs de schistes.

Puis le bassin de l'île de Ké-Bao, dont l'exploitation se borne à quelque 3.000 tonnes extraites annuellement par des entrepreneurs chinois. Les travaux se font par galeries dans une série de 5 couches, de direction Nord-Est, plongeant sous des grès rouges très ferrugineux qui s'intercalent entre les couches de charbon, avec inclinaison d'une trentaine de degrés. La situation, à quelques kilomètres du rivage, au Nord de l'île, près de Port-Wallut, avec de bons mouillages à proximité, est excellente.

En dehors de ces trois groupes principaux, nous devons citer encore quelques gisements intéressants.

Au Nord de la chaîne de Dong-Trieu, au Sud de Chu, sur la rive gauche du Song-Luc-Nam, se trouve un charbon de composition identique au groupe de Dong-Trieu. Le charbon de ce groupe semble donc passer sous la chaîne de montagnes sans discontinuité.

A Ben-Mo, à l'Est de Chobo, et à l'Ouest de Ninh-Binh, on rencontre du charbon d'origine rhétienne de composition différente de celle du charbon rhétien de la province de Quang-Yen.

Essais des houilles.

(Moyennes de plusieurs essais faits par nous de 1900 à 1903).

Houille de Hongay, Huyen de Hoan-Bo, Province de Quang-Yen.

Charbon noir très brillant, assez dur, à cassure conchoïdale.

	Grammes
Humidité	1,35
Matières volatiles	9,30
Carbone	84,85
Cendres	4,50
Soufre total	0,40
Coke pulvérulent.	

Houille du Huyen de Hoan-Bo, Province de Quang-Yen.
Charbon noir mat et brillant, suivant le sens de la cassure, se divisant en fragments plats et anguleux.

	Grammes
Humidité	3,70
Matières volatiles	5,30
Carbone	81,90
Cendres	9,10
Soufre total	0,59
Coke pulvérulent.	

Houille du Huyen de Hoan-Bo, Province de Quang-Yen.
Charbon noir très brillant, assez dur, à cassure conchoïdale,
laissant voir fréquemment des taches jaunes pyriteuses.

	Grammes
Humidité	1,20
Matières volatiles	5,65
Carbone	91,75
Cendres	1,40
Soufre total	1,35
Coke pulvérulent.	

Houille du Huyen de Dong-Trieu, Province de Haï-Duong.
Charbon noir brillant, légèrement poussiéreux, fragile.

	Grammes
Humidité	3,10
Matières volatiles	7,45
Carbone	81,95
Cendres	7,50
Soufre total	0,90
Coke pulvérulent.	

Houille de l'île de Ké-Bao, Province de Quang-Yen. Charbon
noir, mat ou brillant, suivant la cassure, se divisant avec facilité
en fragments très inégaux, légèrement poussiéreux.

	Grammes
Humidité	2,50
Matières volatiles	10,70
Carbone	82,70
Cendres	4,10
Soufre total	0,35
Coke pulvérulent.	

Houille du Chau de Da-Bac, Province de Hoa-Binh. Charbon noir mat, très poussiéreux, pyriteux, assez fragile.

	Grammes
Humidité	3,15
Matières volatiles	14,25
Carbone	68,80
Cendres	13,80
Soufre total	6,80
Coke pulvérulent.	

Houille du Huyen de Phong-Hoa, Province de Ninh-Binh. Charbon noir, mat, fragile, à petites veines pyriteuses.

	Grammes
Humidité	1,45
Matières volatiles.	16,85
Carbone	48,10
Cendres	39,60
Soufre total	4,80
Coke très boursoufflé.	

Lignite. — D'après la flore fossile, les gîtes de ce combustible semblent appartenir aux terrains tertiaires. Ce sont des formations grésos-schisteuses, lacustres. Des grès grisâtres, plus ou moins fins, sont accompagnés de lits de lignite avec intercalation de schistes gris, souvent imprégnés d'hydro-carbures, comme à Yen-Bay et surtout à Hoan-Bo.

Parmi ces lignites, les uns sont piciformes, durs, homogènes, à cassure conchoïdale, très brillante (Yen-Bay), d'autres laissent apercevoir une structure fibreuse, sont d'une dureté moyenne, de couleur brune, sans grand éclat (Hoan-Bo), d'autres enfin sont très tendres, mats, poussiéreux (Lao-Kay).

Essais des lignites.

(Moyenne de plusieurs essais faits par nous de 1905 à 1908.)

Lignite de Lao-Kay, Territoire militaire de Lao-Kay. Charbon noir mat, fragile, très poussiéreux.

	Grammes
Humidité	11,80
Matières volatiles	27,35
Carbone	49,80
Cendres	11,05

Lignite du Canton de Ngoï-Hop, Province de Yen-Bay. Charbon brun mat, à structure fibreuse, dur.

	Grammes
Humidité	16,50
Matières volatiles	37,80
Carbone	40,60
Cendres	5,10

Lignite du Canton de Baï-Duong, Province de Yen-Bay. Charbon brun, brillant, piciforme, dur, homogène.

	Grammes
Humidité	4,10
Matières volatiles	35,80
Carbone	56,60
Cendres	3,50

Coke boursoufflé.

Lignite du Canton de Co-Phuc, Province de Yen-Bay. Charbon noir, brillant ou mat, assez dur.

	Grammes
Humidité	16,55
Matières volatiles	34,75
Carbone	43,90
Cendres	4,80

Lignite du Canton de Giōi-Phien, Province de Yen-Bay.

Charbon noir, très brillant, piciforme, dur.

	Grammes
Humidité	18,20
Matières volatiles	33,00
Carbone	46,50
Cendres	2,30

Lignite du Chau de Loc-Binh, Province de Lang-Son.

Charbon brun, mat, à structure fibreuse, dur.

	Grammes
Humidité	16,89
Matières volatiles	31,90
Carbone	47,05
Cendres	4,25

Lignite du Huyen de Yen-Kanh, Province de Ninh-Binh.

Charbon brun mat, ou brillant, assez homogène, légèrement poussiéreux.

	Grammes
Humidité	25,90
Matières volatiles	34,55
Carbone	34,10
Cendres	5,45

La quantité de soufre nuisible, contenue dans la plupart de ces lignites, en restreindra souvent l'emploi.

Graphite.

Le *graphite* est très fréquent dans les roches cristallophylliennes. Celles-ci occupent presque tout le bassin du Fleuve Rouge et la haute vallée droite du Song-Cau. On le trouve en abondance dans le gneiss à Yen-Bay, où il arrive à complètement remplacer le mica pour donner un véritable gneiss à gra-

phite ; puis dans les micaschistes de la vallée du Song-Cau dans les provinces de Thaï-Nguyen et de Bac-Kan.

Il s'y présente en petits amas feuilletés ou en petites lamelles de faibles dimensions, sans forme cristalline distincte ou avec des contours vaguement hexagonaux, très brillants, d'un gris d'acier très clair, d'une grande pureté. Ce graphite ne foisonne pas après attaque par l'acide nitrique fumant.

Il existe une grande quantité de schistes graphiteux à Lao-Kay, Yen-Bay, Ha-Giang, Don-Du. Ces schistes sont sans intérêt et sans valeur.

Nous nous étendrons cependant sur le graphite d'un gisement, qui se trouve dans la province de Yen-Bay, dans le canton de Co-Phuc, Huyen de Tran-Yen.

On le trouve en petites veines dans une roche éruptive. Il constitue des masses d'aspect compact, brillant, de consistance mi-tendre, à structure légèrement écailleuse, tachant les doigts. Par endroit, il se trouve mélangé à une matière minérale argilo-siliceuse rougeâtre, plus ou moins riche en fer, qu'un broyage et un lavage peuvent facilement séparer. Sa densité est de 2,15.

L'analyse d'un échantillon préparé par triage et lavage, nous a donné une composition centésimale.

	Grammes
Carbone graphitique.	84,15
Peroxyde de fer.	0,95
Silice et alumine	12,55
Chaux	traces
Eau	2,25

La teneur en cendres a été de 13 gr. 50 0/0.

Un autre échantillon moyen, pris dans le tout venant, nous a donné 44 gr. 80 de carbone graphitique, pour 52 gr. 70 de cendres.

On utilise, à la confection des creusets réfractaires, des graphites à peu près exempts de chaux et de fer, d'une composition analogue.

Hydrocarbures.

En 1901, nous avons trouvé sur la rive droite du Fleuve Rouge, près de Yen-Bay, des schistes gris compacts, à odeur de pétrole, sans avoir remarqué sur place aucun suintement pétrolière. A la distillation, ces schistes ne nous ont donné aucun hydro-carbure condensable.

On signale le même phénomène dans les calcaires de la même région.

Au fond du Port Courbet, à Hoang-Bo, Province de Quang-Yen, se trouvent des schistes intercalés avec des grès ; ils sont parcourus de veines de lignites, qui renferment d'assez fortes proportions d'hydrocarbures. Ces schistes sont gris noirâtre, à grain très fin, durs. On y remarque une certaine quantité de débris organiques, notamment des feuilles, dont nous croyons pouvoir rattacher un certain nombre à la famille des Laurinées.

Ces schistes portent, par place, des taches de teinte marron foncé, sur cassure fraîche, semblant indiquer la place de fossiles complètement désorganisés.

A la distillation, ces parties choisies nous ont donné une quantité de matières volatiles supérieure de 15 0/0 à la teneur moyenne des schistes en question ; ce qui donne à penser que ces hydrocarbures sont dus à la décomposition des matières organiques d'origine animale (poissons, mollusques, etc.).

La distillation de ces naphto-schistes a donné une moyenne de 25,60 0/0 de matières volatiles. Ce résidu contenait 3,65 0/0

de carbone. En condensant ces matières volatiles, nous avons obtenu par distillation, avec courant de vapeur d'eau surchauffée, un peu plus de 5 0/0 d'huile de schiste noire, très épaisse, solide à 20°C et ne donnant aucun produit condensable au-dessous de 100°C.

Silicium.

Quartz et silicates divers.

Le quartz (SiO_2), en cristaux ou en masses cristallines confuses, est si commun au Tonkin qu'il serait superflu de citer tous les lieux où on le trouve. Sous l'un ou l'autre de ces états ou sous les deux à la fois, il entre dans la constitution d'un grand nombre de filons métallifères, soit comme gangue, soit comme accident. Il forme de nombreuses veines dans les terrains éruptifs et métamorphiques.

Au Tonkin, le quartz cristallisé hyalin donne peu de cristaux intéressants. Ils sont petits, pauvres en formes, et n'ont aucune valeur industrielle comme cristal de roche.

Nous allons décrire les quelques cristaux que nous avons trouvés ou que l'on nous a donnés. Les plus purs proviennent de plusieurs gisements plombifères.

La forme courante est le prisme e^2 surmonté des deux rhomboèdres p et $e^{1/2}$.

Les faces $e^{1/2}$ sont fréquemment plus petites que les faces p . Les faces prismatiques e^2 sont presque toujours striées horizon-

talement. L'aplatissement des cristaux suivant une de ces faces e^2 (Hongay, Lao-Kay), l'allongement suivant une arête horizontale pe^2 (Lao-Kay), la prédominance d'une des faces p , pour donner la variété basoïde d'Haüy, sont assez fréquents.

Nous avons trouvé, à Lao-Kay, un groupe de 4 cristaux de quartz hyalin de quelques centimètres aplatis suivant e^2 et dont trois sont accolés suivant une arête horizontale pe^2 .

Les plus gros cristaux de quartz hyalin que nous ayons observés, pèsent une trentaine de grammes et proviennent des charbonnages de Hongay où ils ont été trouvés dans des conglomérats. Ils n'offrent rien de particulier au point de vue cristallographique ; ils sont assez limpides et ont une densité et une dureté normales. Deux d'entre eux portent superficiellement de petites mouches de soufre natif.

Dans un quartz filonien de la Rivière Noire, nous avons trouvé quelques cristaux très allongés, courbés, tordus autour de l'axe vertical.

Parmi les variétés de quartz cristallisé, rencontrées au Tonkin, nous signalerons le quartz enfumé, le quartz chloriteux, le quartz jaune ferrugineux, le quartz violet (améthyste).

Quant au quartz commun, généralement blanc laiteux, quelquefois jaunâtre, compact ou carié, il forme un réseau filonien très important au milieu des schistes cristallins, des massifs granitiques, qui occupent presque toute la vallée du Fleuve Rouge et celle de son affluent, la Rivière Noire.

Ces filons de quartz, quelquefois stériles, servent souvent de gangue à de nombreux minéraux métallifères, tels que la blende, la galène (Lang-Chea) l'érubescite, la chalcosite (Van-Saï), le wolfram (Pia-Ouac), puis la pyrite, la chalcopyrite, les cuivres gris (Bac-Giang), la stibine (Quang-Yen) et enfin très

rarement l'or (Est de Thaï-Nguyen). A ce propos, nous ferons remarquer que malgré la grande quantité d'alluvions aurifères existant au Tonkin, le quartz ne contient en général pas d'or. L'analyse que nous avons faite de nombreux échantillons de quartz supposé aurifère est restée sans résultat.

A ce quartz se trouvent également associés des minéraux silicatés, tels que l'axinite, l'épidote, etc.

Le quartz désagrégé forme des roches clastiques, sables, quartzites, grès, ayant une grande extension.

Nous dirons quelques mots des sables quartzeux si importants au point de vue de l'art de la construction et de certains arts industriels comme la verrerie et la céramique. Quant aux quartzites et aux grès, on pourra se reporter à l'étude géologique de M. Lantenois.

Les gisements de sables quartzeux purs sont rares, à l'encontre de ce qu'on pourrait prévoir. Dans la Haute Région, on en trouve de petites quantités mélangées à des graviers et à des galets d'origines diverses et à quelques minéraux denses, comme le rutil, le zircon, la magnétite, le grenat, et fréquemment l'or en quantité infime. Ces sables, par le cours successif des saisons pluvieuses, se trouvent entraînés, de plus en plus fins par l'usure du transport, dans le Delta où ils se mélangent à une proportion variable, mais toujours importante, d'argile et d'oxyde de fer. De fait, dans le Delta, malgré les nombreuses recherches que nous en avons faites, pour les besoins de notre laboratoire, on ne trouve pas de sables susceptibles d'emplois importants.

Tous ces sables sont fins, argileux, micacés. Ils sont très mauvais pour la confection des mortiers de constructions de quelque importance, même quand on a eu le soin de les laver. Ils sont absolument inutilisables pour la verrerie. Ils sont très

ferrugineux et ce fait nous paraît très important au point de vue de la conservation des mortiers.

L'examen macroscopique et surtout microscopique des sables ferrugineux séjournant un certain temps aux intempéries de l'air et surtout ayant subi l'action de l'eau de mer, fait apercevoir une désagrégation lente, mais constante, des grains, par suite de la décomposition de l'oxyde de fer qui, disparaissant peu à peu, laisse ces grains spongieux, leur fait perdre leur cohésion, et en peu de temps leur résistance à l'écrasement.

A la suite du quartz, nous citerons quelques variétés microcristallines.

La *calcédoine* grise, jaune, bleuâtre, en petits enduits concrétionnés et en veinules dans des roches vertes éruptives (That-Khé), dans un jaspe rouge (Rivière Noire) en petites masses translucides légèrement bleuâtres.

Le *silex* et particulièrement le silex noir ou *phthanite* qui abonde dans le calcaire carbonifère de certaines régions, comme la baie d'Along, That-Khé, Cao-Bang.

Le *jaspe* rouge foncé ou jaune, en masses à cassure esquilleuse et terne, provenant soit de la région de That-Khé, soit de la vallée de la Rivière Noire, d'où nous avons reçu un bel échantillon rouge très foncé, panaché de zones de différentes teintes avec intercalations de noyaux de calcédoine et prenant un très beau poli.

L'*opale résinite*, dont nous avons trouvé un assez gros morceau isolé, près du chemin qui mène du fleuve au poste militaire de Ba-Xat.

Disthène.

On trouve ce minéral dans des filons quartzeux traversant des roches éruptives de la vallée de la Rivière Noire.

L'échantillon que nous avons spécialement examiné consiste en cristaux inclus dans du quartz sans formes cristallines, dans lequel se trouvent quelques paillettes d'hématite.

Les cristaux sont allongés suivant l'axe vertical et aplatis suivant le clivage h' . Les clivages lamellaires rectilignes sont nombreux. Ce disthène est d'une dureté très inégale, assez fragile. Sa densité est de 3,63. Sous l'action du chalumeau, il se décolore et blanchit. Beaucoup de cristaux présentent des phénomènes de torsion et de nombreux plans de séparation. Leur couleur varie du blanc au bleu ciel dominant, avec reflets nacrés. Cette coloration est très inégale dans les différentes parties d'un même cristal. Optiquement, ce disthène a les propriétés normales : extinction de 45° dans le clivage facile, perpendiculaire à la bissectrice aiguë positive.

Tourmaline.

Les quelques échantillons de tourmaline, que nous avons examinés, appartiennent tous à la variété ferrique, (borosilicate d'alumine, de fer et de soude).

Ils sont tous très foncés, opaques, vitreux. En fines écailles, l'examen microscopique par transparence montre des teintes variant du vert grisâtre au jaune brun.

Les cristaux sont allongés, cannelés suivant l'axe prisma-

tique, réunis le plus souvent en masses bacillaires sur lesquelles aucune face n'est discernable. Tels sont ceux que nous avons observés dans les pegmatites et les granulites des environs de Ba-Xat et de Nguyen-Binh.

Les plus gros cristaux que nous ayons examinés ont 22 millimètres de diamètre et 2 à 3 centimètres de longueur. Ils sont brisés, de sorte que leur examen cristallographique est difficile. Néanmoins, nous avons reconnu les faces e^2 , d^1 , p , avec prédominance de e^2 ou de d^1 pour donner des sections d'apparence tantôt triangulaires, tantôt hexagonales. D'autres faces semblent exister, mais sont trop arrondies pour pouvoir être déterminées avec certitude. Ils sont noirs, vitreux, à cassure conchoïdale. En lames minces, ils donnent des teintes variant du vert foncé au vert clair. Leur dureté est égale à 7, leur densité est de 3,16. Ils sont pyroélectriques. Ces cristaux viennent des environs Ouest de Cao-Bang.

Epidote.

Ce silicate basique se trouve en groupements de cristaux bacillaires vert bouteille, translucides, de 2 à 3 centimètres de longueur, ou en cristaux de quelques millimètres de largeur, allongés suivant l'arête ph' , aplatis suivant p , cannelés, d'apparence lamellaire, vert foncé.

Leur dureté varie de 6 à 7 et leur densité est égale à 3,3.

Cette épidote est engagée dans le quartz et se trouve en outre associé à de l'axinite, à du grenat, et à de l'asbeste, en petites fibres blanches de quelques millimètres, mode ordinaire d'association de ce minéral.

On la trouve sur les bords de la Rivière Noire, près de Van-Yen, avec l'axinite.

Du reste, ces deux minéraux très calcarifères sont des produits dus, sans aucun doute, à l'action métamorphique des roches vertes sur les calcaires, associés aux gneiss et aux mica-schistes, s'étendant entre le Fleuve Rouge et la Rivière Noire.

Nous signalerons encore l'épidote dans des blocs de quartz cristallisé, au milieu des roches éruptives du Nord de That-Khé, se présentant comme précédemment en masses bacillaires radiales verdâtres, souvent accompagnée d'asbeste qui est fréquente dans la région.

Idocrase.

Ce silicate assez rare se trouve en petites masses cristallines, sans forme définie, d'une grosseur de 2 à 3 millimètres, associées à du grenat grossulaire, dans un calcaire cristallin gris métamorphique, en contact avec un microgranite de la région de Than-Moï.

Ce minéral est jaune verdâtre, translucide, uniaxe et négatif, très pléochroïque. Il est de formation postérieure au grenat, dont il enrobe souvent des cristaux.

Olivine.

Parmi les nombreux échantillons de sables que nous avons eus à essayer, nous en avons trouvé deux provenant, l'un de la région de Cho-Bo, Province de Hoa-Binh, l'autre de la région de Cao-Bang, qui contiennent des grains arrondis d'olivine

résultant vraisemblablement de la désagrégation de roches éruptives, telles que les gabbros ou les basaltes. Séparés par les liqueurs denses d'un poids spécifique de 3,3, ces grains sont jaune verdâtre, translucides, à éclat vitreux, sans forme cristalline définie. Optiquement, la bissectrice aiguë est positive ; il s'agit donc d'un type peu ferrifère.

Comme élément constitutif des roches, M. Hubert signale l'olivine dans un gabbro du Nord-Ouest de Thai-Nguyen et dans des basaltes des environs de Van-Yen, où elle est toujours entourée d'une gaine parfois très épaisse de produits ferrugineux.

Grenats.

Ce groupe de minéraux est représenté au Tonkin par deux types : le premier, silicate alumineux calcique est le grossulaire ; le deuxième, silicate alumineux ferrifère constitue l'almandin.

Grossulaire. — Nous avons trouvé cette variété dans un échantillon de calcaire cristallin gris, provenant des environs de Than-Moï, Province de Lang-Son, accompagné d'idocrase. C'est le type du gisement pyrénéen du pic d'Arbizon, décrit par M. A. Lacroix, dans les calcaires en contact immédiat avec le granite ou le microgranite.

Dégagés, au moyen des acides, de la gangue calcaire où, à certains endroits, ils sont entassés les uns contre les autres, ces grenats se présentent en rhombododécaèdres b^1 de quelques millimètres de diamètre, de couleur brun jaunâtre, dont l'extérieur plus foncé, est parsemé de petites crevasses, originairement remplies de calcaire. Quelques-uns sont intimement unis à l'idocrase de formation postérieure.

M. Hubert, dans une note insérée dans le *Bulletin du Muséum* en 1904, a décrit un calcaire marmoréen renfermant également du grossulaire et de l'idocrase, provenant du contact d'un granite à hornblende à Trong-Loc, Province de Quan-Nam (Annam). Mais là, grossulaire et idocrase sont formés d'éléments beaucoup plus gros, atteignant un centimètre pour les grenats et donnant de grands cristaux de dimension au moins égale pour l'idocrase.

Almandin. — Le type almandin est très fréquent dans les pegmatites, les granulites, les micaschistes du haut Fleuve Rouge et de la vallée du Nam-Ty, où on les trouve en masses cristallines constituées par des trapézoèdres a^2 , à faces souvent striées parallèlement à leurs intersections. Ils sont pénétrés de quartz, de mica, de tourmaline. Ces cristaux, assez irréguliers, atteignent souvent la grosseur d'une noisette et quelquefois d'une noix. Ils présentent de nombreux plans de clivage en escaliers.

Les grenats recueillis dans les alluvions ont perdu leurs formes géométriques ; ils sont arrondis, translucides, durs et d'une densité égale à 3,96. Leur couleur est le rouge vineux, quelquefois le rose jaune. Ils sont monoréfringents.

Dans les graviers du lit du Fleuve Rouge, entre Lao-Kay et Yen-Bay, et particulièrement au Tac Haï, près de Traï-Hutt, nous en avons trouvé de grandes quantités, associées à de la magnétite, de la tourmaline, du rutile, du disthène, du pyroxène, du zircon.

Ces grenats d'une couleur peu agréable n'offrent aucun intérêt comme pierres précieuses.

Axinite.

Ce minéral se présente en masses compactes, rocheuses, légèrement laminaires, de couleur gris violet, et en masses lamellaires cristallines, striées, translucides, à éclat vitreux.

Quelques cavités géodiques laissent apercevoir de petits cristaux tricliniques, fins, transparents, rose violet, tranchants, offrant la forme caractéristique de ce minéral. Ces cristaux tricliniques sont pauvres en faces. Ils sont allongés et très aplatis suivant la face *m*.

Leur dureté est comprise entre 6 et 7 ; la densité varie de 3,18 à 3,27.

Cette axinite se trouve en veinules dans des gabbros de la Rivière Noire, aux environs de Van-Yen. Elle se rapproche beaucoup, comme aspects de celle des gisements pyrénéens du pic d'Arbizon par exemple, qui constitue l'élément principal de la *limurite*. Elle est associée à du quartz filonien blanc ou verdâtre et à de l'épidote bacillaire verte.

Micas.

Nous ne connaissons que deux types de mica au Tonkin : la *muscovite* ou mica potassique et la *biotite* ou mica magnésien ferrugineux.

La *muscovite* est très répandue dans les roches granitiques et cristallophylliennes des vallées de la Rivière Noire et du Fleuve Rouge et dans les roches clastiques du Delta. Les pegmatites de la rive gauche du Fleuve Rouge, entre Boa-Ha et Lao-Kay, en renferment de fortes quantités.

En 1902, nous avons parcouru cette région, à la recherche de mica en grandes lames ; nous n'avons trouvé que des amas de lamelles empilées, atteignant un maximum de 5 à 6 centimètres de côté. Certains bas-fonds sont littéralement enfouis sous les débris de mica, provenant de la décomposition de ces roches.

Cette *muscovite* est en lames empilées à clivages très nets suivant *p*, sans contours définis, quelquefois de forme losangique (Lao-Kay), d'une dureté un peu supérieure à 2, d'une densité de 2,78. Ces lames sont incolores ou, vues en masses, légèrement jaunâtres (Pho-Moi) ou brunâtres (Van-Yen). Quelques échantillons sont très argentins et en lames minces, d'une transparence parfaite. Ces lames sont élastiques et très flexibles. On remarque de fréquents phénomènes de plissement et quelquefois de torsion. Cette espèce forme la plus grande partie du mica que l'on trouve en petites paillettes dans les sables et les limons du Delta.

Il faut y joindre les variétés suivantes :

La *damourite* existant dans les diabases du Sud de Cao-Bang, en petites masses compactes composées, de petites écailles microscopiques, sans formes distinctes.

La *séricite*, en petites lames microscopiques, trouvée par M. Hubert, dans une rhyolithe du Nord de Lang-Son.

La *biotite* se rencontre fréquemment en lamelles de très petite dimension dans les alluvions du haut Fleuve Rouge, accompagnées de tous les minéraux provenant de la désagrégation des roches de cette région, telles que la tourmaline, le grenat, le rutile, le quartz. Dans les roches, comme le granite à deux micas, l'amphibolite, la pegmatite, nous ne l'avons jamais obser-

vée qu'en petites lamelles minces, brunes ou noires, très ferrugineuses, souvent agglomérées en petits paquets fragiles.

Pilolite.

Dans l'Ouest de Ha-giang, aux environs de Kao-Loc, se trouve un silicate alumineux magnésien hydraté que l'on a souvent rattaché à l'asbeste, sous le nom de carton ou liège de montagne, mais dont il faut faire une espèce particulière. La *pilolite* donne toujours un minimum de 21 à 22 0/0 de perte au feu et est capable d'absorber mécaniquement une quantité d'eau considérable.

L'échantillon que nous avons examiné renferme 26,20 0/0 d'eau et 8,35 0/0 d'alumine. Il forme des morceaux plats, légers, rappelant vaguement la forme de certains lichens. Il est blanc, grisâtre, feuilleté. En le raclant, on en soulève de minces feuilles déchiquetées, imitant à s'y méprendre des morceaux de feuilles de papier feutré.

Dans le feutrage, se trouvent intercalés une grande quantité de petits débris d'un calcaire magnésien gris noirâtre, qui semble bien former la roche encaissante de ce minéral dont les gisements naturels sont les grès, les schistes, et les calcaires grenus.

Talc.

Dans les roches éruptives de la Rivière Noire, sans doute comme produit secondaire, existe du talc, hydrosilicate de magnésie, associé à de la trémolite qu'il épigénise.

Ce talc forme des masses compactes, vaguement schisteuses, sans forme cristalline. Il est très tendre, blanc jaunâtre, onctueux au toucher. Sa densité est de 2,8.

Cordiérîte.

Nous signalons simplement l'existence de ce minéral. Nous n'en avons trouvé qu'un échantillon, de la grosseur d'un dé, dans un granite en décomposition de la haute vallée du Fleuve Rouge.

Cette *cordiérîte* est sans forme cristalline, translucide, d'un bleu très foncé à éclat gras vitreux, d'une dureté voisine de 7 et d'une densité égale à 2,62.

Gédrite.

Il existe, au Tonkin, un minéral asbestiforme, la *gédrite*, amphibole orthorhombique se présentant en masses fibreuses, aux fibres très serrées, dont la structure générale et les caractères physiques macroscopiques rappellent l'asbeste, mais dont les caractères optiques et chimiques diffèrent entièrement.

Au point de vue optique, elle a une extinction longitudinale et un allongement positif; la bissectrice aigüe est négative.

Sa composition chimique est celle d'une amphibole non calcifère. L'échantillon tonkinois a donné à l'analyse :

	Grammes
Silice.	53,10
Alumine.	13,65
Peroxyde de fer.	10,10
Magnésie	19,80
Chaux	0,70
Eau	2,65

Ce minéral, en fibres atteignant 3 ou 4 centimètres, fines, soyeuses, varie du blanc pur au gris. Sa densité est de 3,09. Il se trouve en veines assez importantes, donnant des morceaux de plusieurs kilos dans les schistes cristallins de la rive gauche du Fleuve Rouge, aux environs de Than-Vaï.

Une espèce à peu près semblable, se rapprochant, comme elle, de l'anthophyllite, est exploitée en France, dans le Plateau Central, pour les mêmes emplois que l'amiante.

Trémolite.

Cette amphibole monoclinique se trouve comme produit accessoire dans les roches de la Rivière Noire.

Un échantillon de cette provenance montre des cristaux allongés suivant l'axe vertical, de 2 à 3 millimètres de largeur et de 1 à 2 centimètres de longueur, sans sommets déterminables. Ils sont le plus souvent groupés et présentent fréquemment des phénomènes de torsion. Ils sont translucides et de teinte vert clair. Ils sont empâtés dans un talc blanchâtre.

L'examen cristallographique nous a fait reconnaître les faces mg^1 , avec des clivages suivant m .

Leur densité est égale à 3 ; leur dureté est de 2,5.

Un autre échantillon, provenant de la même région, se présente en cristaux fibro-bacillaires radiés, blanc, nacrés, à poussière blanche, d'une densité de 2,85.

Asbeste ou amiante. — Variété de trémolite, que nous avons trouvée, dans plusieurs endroits, au milieu des roches vertes qui s'étendent au Nord de That-Khé, sur Cao-Bang, en veinules variant de quelques millimètres à 6 ou 8 centimètres d'épaisseur.

Cette asbeste est en fibres grossières, rudes au toucher, fragiles, faiblement résistantes à la traction, d'une couleur variant du blanc pur au gris verdâtre, avec quelques éclats soyeux.

Sa composition chimique en fait une trémolite passant à l'actinote. Voici l'analyse d'un échantillon que nous avons recueilli entre That-Khé et Dong-Khé :

	Grammes
Silice	57,85
Alumine.	1,15
Peroxyde fer	5,60
Magnésie	19,75
Chaux	11,85
Eau	3,60

La chaleur la désagrège rapidement et la quantité d'oxyde de fer qu'elle renferme, en moyenne, en rend l'altération rapide, de sorte que ce produit minéral nous paraît peu susceptible d'applications industrielles.

Soufre.

Nous signalerons le soufre comme produit de décomposition des sulfures métalliques et surtout fréquemment de la galène au milieu de laquelle nous l'avons trouvé bien souvent.

Il se présente en très petites masses cristallines ou en enduits amorphes de couleur jaune pâle, rappelant le soufre obtenu par précipitation.

L'ancien Gouvernement annamite signalait l'existence de mines de soufre dont nous ignorons l'emplacement.

Azote.

Nitrates. — Des indigènes nous ont remis à plusieurs reprises, comme provenant des Provinces de Thaï-Nguyen ou de Quang-Yen, des terres renfermant une proportion de sels solubles variant de 35 à 42 0/0 et paraissant formés par efflorescence. Ces sels étaient constitués par un mélange de chlorures et d'azotates sodiques avec des traces de sels calciques.

Une terre sableuse brune, provenant de la région de Thaï-Nguyen, nous a donné en pourcentage pondéral 41 gr. 70 de sels solubles dans l'eau dont 25 gr. 15 de nitrate de soude. Ces efflorescences paraissent exister en très petites quantités ; elles sont pauvres en nitre et par cela même peu sujettes à être exploitées.

Phosphore.

Ce métalloïde paraît assez rare au Tonkin, ou tout au moins, n'y existe accessoirement qu'en très petite quantité.

Dans la suite de ce travail, on remarquera combien peu de minerais sont phosphoreux. Les corps les plus riches en phosphore semblent se trouver associés à l'arsenic et à l'antimoine dans les provinces de Bac-Giang, et de Quang-Yen.

Au point de vue minéralogique et ayant un intérêt industriel, se rattachant à ce métalloïde, nous n'avons jamais vu qu'un

seul échantillon de *phosphorite* que nous devons à M. Beauverie, et provenant des environs Nord de Viétri.

Cette *phosphorite* est une masse feuilletée gris bleuâtre, légèrement mamelonnée, d'une dureté de 4 environ et renfermant 16 0/0 de phosphate de chaux, mélangé à du carbonate de chaux, de la silice et de l'alumine.

Arsenic.

L'analyse chimique décèle l'arsenic en quantité notable dans certains minerais d'antimoine de la Province de Quang-Yen, dans les cuivres gris de la Province de Bac-Giang, et à l'état de crâces dans quelques autres sulfures métalliques de diverses régions.

Il existe principalement sous forme de *mispickel*, dont la description est donnée plus loin avec celle des minerais de fer.

Nous citerons ici le sulfure rouge d'arsenic :

Le *réalgar* n'a été trouvé qu'à l'état de petites taches rouges dans un calcaire pyriteux, en contact de schistes du Sud de la région de Ha-Giang. Ce minéral donne une poussière cristalline, translucide, se volatilisant dans le tube fermé en donnant un léger sublimé rouge.

Antimoine.

La *stibine*. ($\text{Sb}^2 \text{S}^3$), antimoine sulfuré, (Antimoine 71,4 0/0) est le minéral d'antimoine le plus important au Tonkin.

Ce sulfure se présente en cristaux très allongés suivant l'axe vertical, fortement striés perpendiculairement à cet axe, le plus souvent aplatis, sans sommets distincts, sans formes définies ou en masses lamellaires. La dureté est égale à 2 et la densité est de 4,6. La couleur est le gris bleuâtre avec un éclat fortement métallique s'éteignant par un séjour prolongé à l'air.

Ce minéral est assez répandu, soit seul, soit associé à d'autres minéraux.

Seule, la stibine se trouve principalement dans la Province de Quang-Yen, près de Lang-Huy, et surtout aux environs de Ha-Khoï, en lentilles ou en amas, dans une gangue filonienne de quartz, en contact avec des schistes et quelquefois des calcaires.

Sur des échantillonnages moyens, l'analyse a donné, pour la stibine de Lang-Huy, 28 0/0 d'antimoine ne contenant que des traces de plomb et de fer, avec 25 à 30 centigrammes d'arsenic et pour celle de Ha-Khoï, 55 0/0 de métal, avec quelques décigrammes de plomb et des traces de cuivre et d'arsenic. Un bloc de plusieurs kilos du minéral de ce dernier gisement a donné 83 0/0 de stibine.

Dans l'une comme dans l'autre, nous n'avons trouvé ni argent, ni or.

La stibine existe encore avec une gangue quartzeuse, dans la Province de Lang-Son, puis accompagnée de calcite, près de

Nguyen-Binh, dans le voisinage des gisements stannifères. Nous en avons trouvé dans des roches vertes du Nord-Ouest de That-Khé.

On la rencontre souvent associée à la galène, en quelque points des Provinces de Quang-Yen et de Lang-Son, puis à Dien-Bien-Phu, au cuivre sulfuré jusqu'à 19 et 20 0/0, dans plusieurs gisements de la Province de Bac-Giang, enfin à la blende, aux environs d'An-Chau.

Comme élément accidentel résultant de l'altération de la stibine, dont nous venons de parler, on trouve deux minéraux, qui, en d'autres pays, comme l'Algérie par exemple, constituent des minerais.

La *valentinite* ou *exitèle* (Sb^2O^3), antimoine oxydé, (antimoine, 83,3 0/0) forme par le groupement de ses cristaux des masses cavernieuses, spongieuses, denses, de couleur grise.

L'examen cristallographique permet de discerner trois sortes de cristaux :

Principalement, des cristaux prismatiques orthorhombiques, allongés suivant l'axe vertical de 1 millimètre de diamètre pour 3 ou 4 de longueur, accolés les uns aux autres sans aucune symétrie, offrant nettement les faces *m*, et les faces *v*. Beaucoup sont bipyramidés. Ils sont incolores, quelquefois grisâtres, par suite d'une petite quantité de poussière cristalline de stibine qui les recouvre et fait corps avec eux. Ils sont transparents, doués d'un fort éclat adamantin.

Puis, des aiguilles de 4 à 5 millimètres, très allongées suivant l'axe vertical, striées suivant cet axe, groupées en faisceaux divergents ou isolées, sans faces discernables, très nettement jaunes, nacrées, translucides, implantées dans les cavités de la masse cristalline des premiers cristaux.

Enfin des cristaux extrêmement fins, incolores et très nacrés, formant des surfaces étoilées.

La *stibiconite* ($H^3Sb^2O^5$) (antimoine 74,5 0/0), minéral hydraté que l'on rencontre avec le précédent, mais principalement dans le quartz formant la gangue du minerai. Elle se présente en petites masses ou en petites croûtes terreuses, cireuses, absolument amorphes, de couleur jaune pâle.

La *kermésite* (Sb^2S^2O) oxysulfure d'antimoine monoclinique, se trouve en petites masses cristallines rouge brun, donnant dans le tube fermé un sublimé blanc d'acide antimonique et toutes les réactions des minéraux d'antimoine, dans une stibine provenant des environs de Tinh-Tuc, cercle de Nguyen-Binh.

Fluor.

En dehors d'une certaine quantité de minéraux qui le renferment à l'état constitutif, tels que la tourmaline, le mica, ce métalloïde est représenté par le fluorure de calcium.

La *fluorine* ou *spath fluor* ($CaFl^2$), se trouve dans la gangue de quelques minerais métallifères, comme la galène et la blende, accompagnant quelquefois la barytine, en petits cristaux ou en masses cristallines incolores ou jaunâtres.

Les quelques échantillons nets, que nous avons pu observer, viennent de la région stannifère de Nguyen-Binh.

Les cristaux sont cubiques ou octaédriques, craquelés, à éclats vitreux, translucides, à couleur verte prédominante. M. Brard nous a remis un gros octaèdre vert bleuâtre, translu-

cide, provenant de Tinh-Tuc, mesurant 52 millimètres suivant l'axe principal.

Mais la fluorine se présente le plus souvent en masses clivables à éléments rappelant le spath, d'une dureté de 4 et d'une densité moyenne de 3,25. La chaleur y développe une phosphorescence blanche légèrement verdâtre.

CHAPITRE IV

ESPÈCES MINÉRALES DU GROUPE DES MÉTAUX

Calcium.

Nous allons étudier dans ce chapitre le carbonate de chaux, qui constitue la *calcite* et l'*aragonite*. Le premier de ces minéraux est l'élément essentiel ou unique des *calcaires*. En dehors d'un peu de fluorure de calcium (fluorine) et de phosphate de chaux (phosphorite), ce carbonate de chaux est le seul sel de calcium largement représenté au Tonkin.

Les études géologiques de M. l'Ingénieur Lantenois et de M. le Capitaine Zeil fournissent tous les renseignements géologiques nécessaires sur les calcaires du Tonkin et nous permettront de ne pas nous étendre sur cette partie de la question.

En 1886, M. H. Douvillé établit l'âge carbonifère de certains gisements.

Actuellement, les données stratigraphiques dues à M. Lantenois sont les suivantes :

Dans la région de Pho-Binh-Gia, les calcaires appartiennent au silurien supérieur et au dévonien.

Sur le littoral, entre Haïphong et Ké-Bao, dans les baies d'Along et de Faï-Tsi-Long et dans les régions de Pho-Binh-Gia, Lang-Son, That-Ké, Cao-Bang, Bao-Lac, ils sont à rapporter au carbonifère supérieur et au permien inférieur.

Calcite, (CaCO_3), chaux carbonatée. Bien que ce minéral soit en général très riche en formes cristallines, au milieu de ces immenses massifs métamorphisés, nous n'avons trouvé que très peu de cristaux intéressants.

Nous signalerons les formes suivantes :

Le rhomboèdre primitif *p*, forme rare, dans les calcaires de Tuyen-Quang, au voisinage des gisements calaminaires de la région, en cristaux translucides, incolores, de 10 à 15 millimètres de côté, accolés par leur base à un calcaire cristallin ferrugineux. L'analyse y décèle de 1 à 2 0/0 de zinc.

Le rhomboèdre *b'*, dans les calcaires de l'île des Deux-Songs, en petits cristaux de quelques millimètres légèrement translucides, d'un blanc jaunâtre, implantés sur un calcaire magnésien.

Le rhomboèdre inverse *e'* dans un calcaire gris foncé, zincifère, au contact de smithsonite, dans le gîte de Lang-Hit, en cristaux de quelques millimètres, aux formes très nettes et d'une transparence complète.

Enfin, la calcite spathique, en abondance, avec les propriétés physiques plus ou moins développées du spath d'Islande. Les échantillons les plus intéressants que nous ayons examinés, proviennent de Lang-Son, où de gros cristaux transparents sont noyés dans un calcaire noir magnésien, puis des îles Norway, où l'on trouve des blocs spathiques blancs, translucides, pesant plus de 50 kilos, du col de Deothi au Sud de Cao-Bang, de Thu-Lé, entre la Rivière Noire et le Fleuve Rouge.

Nous signalerons aussi la fréquence de la calcite recristallisée en masses granuleuses cristallines, et la grande quantité de stalactites et de stalagmites des grottes si répandues dans toutes les régions calcaires (grottes de Ky-Lua, près de Lang-Son ; grotte des Merveilles, dans la Baie d'Along, etc. ...

Calcaires. — Les calcaires pouvant directement avoir un grand intérêt industriel au point de vue des Travaux Publics et de la fabrication des chaux et des ciments, nous pensons être utile en donnant les caractères physiques et la composition chimique d'un assez grand nombre d'échantillons prélevés un peu dans toutes les régions du Tonkin.

Nous adressons nos plus vifs remerciements à Messieurs les Conducteurs provinciaux, qui ont eu l'extrême obligeance de nous envoyer une bonne partie de ces échantillons.

Ces calcaires sont durs, homogènes, finement cristallins, grenus, souvent parcourus de petites veines ou mouchetées de calcite blanche. Leur couleur est en général le gris, mais ils sont aussi blancs, blanc jaunâtre, surtout dans la Haute Région, parfois gris foncé, gris bleu, ou complètement noirs (Montagne de l'Eléphant), quand ils sont imprégnés d'hydrocarbures. Leur cassure est conchoïdale, esquilleuse, quelquefois spathique. Leur poids spécifique varie de 2,60 à 2,73 ; dans les variétés magnésiennes, celui-ci atteint 2,88. Leur résistance à la compression varie de 800 à 1.100 kilos au centimètre carré.

Des phénomènes de dolomitisation se rencontrent, comme nous le verrons plus loin, dans certaines parties de ces calcaires, qui changent alors d'aspect et se reconnaissent facilement au milieu des parties avoisinantes non magnésiennes, comme à l'île des Deux-Songs. On constate fréquemment le remplacement de la chaux par l'oxyde de fer, comme à Tuyen-Quang, où

existe le passage du carbonate de chaux pur au carbonate ferrugineux et à la sidérite. Il est même évident que c'est le mode primitif de formation de plusieurs gisements de fer tonkinois. Ces changements métasomatiques sont nombreux pour le zinc où la smithsonite s'est substituée à la calcite, comme dans les gîtes calaminaires de Thai-Nguyen et de Tuyen-Quang.

Ces calcaires peuvent servir de marbres. Ils sont susceptibles d'un beau poli. Quelques-uns sont exploités comme tels, lorsqu'il est possible d'extraire d'assez gros blocs homogènes, car toutes ces masses calcaires sont litées, craquelées, semblables à de vieilles ruines écroulées, comme la Montagne de l'Eléphant ou à de hautes murailles faites de blocs de formes vaguement géométriques, entassés à pic sur 100 ou 150 mètres de hauteur, ce qui donne à toutes ces régions calcaires (baie d'Along, etc.) leur aspect si pittoresque et si grandiose.

Des ateliers de taille et de polissage sont installés à Ké-So, à Kiem-Khé, dans la Province de Ha-Nam, et à Haïphong, où l'on confectionne des dessus de meubles, des cheminées, des monuments funéraires.

Au point de vue chimique, industriellement parlant, ces calcaires sont purs. Ils renferment très peu de silice, d'alumine, d'oxyde de fer, et le plus souvent de simples traces de magnésie.

Néanmoins, nous reviendrons sur ce sujet au paragraphe de la dolomite, nous avons trouvé, très rarement il est vrai, quelques calcaires dolomitiques, noyés au milieu de la masse, mais nous avons remarqué que ces calcaires magnésiens sont cristallins, de grain assez gros, rudes au toucher, blanc rose ou blanc jaunâtre, ou très foncés, presque noirs. Comme, dans le

Delta, cette couleur de roche calcaire est assez rare, il est facile *a priori*, dans l'exploitation d'une carrière de calcaire, de laisser de côté ces parties suspectes, quand une industrie comme celle des ciments, par exemple, redoute la magnésie dans ses produits.

Tous ces calcaires donnent par cuisson, une bonne chaux grasse. La chaux indigène est excellente, mais souvent mal cuite.

Pour la fabrication des ciments, les calcaires renfermant moins de 2 0/0 de magnésie sont utilisables et donnent par voie sèche, mélangés à de l'argile alluvionnaire contemporaine (limon) des cours d'eau du Delta, de bons produits hydrauliques.

En dehors de ces emplois, ces calcaires servent encore comme pierres de construction dans les travaux d'art et à l'empierrement des routes et des voies ferrées.

En outre de ces calcaires métamorphiques, nous signalerons des calcaires argileux sédimentaires, sur lesquels, à plusieurs reprises, nous avons fait des essais d'hydraulicité après cuisson. Les gisements de ces calcaires paraissent peu importants. Ils se trouvent au contact des grès et des schistes dans une région qui s'étend sur la rive droite du Song-Luc-Nam et dans l'Ouest de Nam-Dinh.

Ces calcaires sont gris ou jaunâtres, compacts ou schisteux, assez tendres, de composition chimique malheureusement très variable, ce qui en rend l'emploi très difficile, quand on se trouve dans la nécessité de faire des dosages rigoureux, comme dans la fabrication des produits hydrauliques. En outre, ces calcaires sont assez souvent pyriteux.

Beaucoup renferment de 15 à 22 0/0 d'argile et, par cuisson, nous avons obtenu, après tamisage, des produits se rapprochant

de certaines chaux hydrauliques et faisant prise sous l'eau en un temps variant de 20 à 60 heures.

Voici la composition chimique de 39 calcaires de régions différentes :

Les bases alcalino-terreuses autres que la chaux, qui n'existent jamais qu'à l'état de traces, ont été comptées comme chaux.

Calcaire gris, très clair, à très gros grain. Iles Norway, Baie d'Along.

	Grammes
Perte à la calcination	44,85
Silice.	0,38
Alumine.	0,25
Peroxyde de fer	0,11
Chaux	50,55
Magnésie	3,80

Calcaire compact, à grain très fin, à cassure esquilleuse, gris. Iles Norway, Baie d'Along.

	Grammes
Perte à la calcination	44,15
Silice.	0,60
Alumine.	0,20
Peroxyde de fer	0,30
Chaux.	54,60
Magnésie.	0,15

Calcaire gris, à grain moyen, régulier, à teinte uniforme. Ile des Merveilles, Baie d'Along.

	Grammes
Perte à la calcination	44,25
Silice.	0,65
Alumine.	0,55
Peroxyde de fer	0,35
Chaux.	54,10
Magnésie	0,13

Calcaire gris, à grain fin, compact, à cassure esquilleuse. Ile de la Cac-Ba, Baie d'Along.

	Grammes
Perte à la calcination	43,60
Silice	0,95
Alumine.	0,15
Peroxyde de fer	0,10
Chaux.	55,05
Magnésie	0,12

Calcaire cristallin, blanc jaunâtre, à grain fin. Ile des Deux-Songs, Province de Phu-Lien.

	Grammes
Perte à la calcination	46,95
Silice.	0,09
Alumine.	1,20
Peroxyde de fer	0,15
Chaux	38,40
Magnésie	13,15

Calcaire homogène, gris clair, finement esquilleux. Ile des Deux-Songs, Province de Phu-Lien.

	Grammes
Perte à la calcination	44,25
Silice.	0,08
Alumine.	0,16
Peroxyde de fer	0,09
Chaux.	55,15
Magnésie.	traces

Calcaire compact, cristallin, rosé, jaunâtre. Ile des Deux-Songs, Province de Phu-Lien.

	Grammes
Perte à la calcination	46,85
Silice.	0,07
Alumine.	0,85
Peroxyde de fer	0,40
Chaux	35,80
Magnésie.	15,98

Calcaire gris, à grain très fin, fortement sillonné de veines cristallines d'un gris plus clair. Ile des Deux-Songs, Province de Phu-Lien.

	Grammes
Perte à la calcination	44,10
Silice.	9,15
Alumine.	0,20
Peroxyde de fer	0,09
Chaux.	55,30
Magnésie	0,14

Calcaire gris noir à gros grain, cristallin, à petites veines blanches de calcite. La cassure donne une odeur sulfhydrique assez prononcée. Ile des Deux-Songs, Province de Phu-Lien.

	Grammes
Perte à la calcination	44,15
Silice.	0,40
Alumine.	0,32
Peroxyde de fer	0,19
Chaux.	54,85
Magnésie	traces

Ce calcaire renferme des traces d'hydrocarbures.

Calcaire marmoréen, noir bleuâtre, à grains très fin, très fortement veiné de blanc, prenant un très beau poli et laissant un abondant résidu charbonneux. Ile des Deux-Songs, Province de Phu-Lien.

	Grammes
Perte à la calcination	44,10
Silice.	0,40
Alumine.	0,30
Peroxyde de fer	0,92
Chaux.	53,92
Magnésie.	0,38

Calcaire gris très clair, grenu, esquilleux, teinte uniforme. Ile des Deux-Songs, Province de Phu-Lien.

	Grammes
Perte à la calcination	47,35
Silice.	0,35
Alumine.	0,30
Peroxyde de fer	0,18
Chaux.	36,52
Magnésie.	15,20

Calcaire gris, finement zoné, à grain fin avec petites veines parallèles de calcite. Ile des Deux-Songs, Province de Phu-Lien.

	Grammes
Perte à la calcination	43,00
Silice.	2,10
Alumine.	0,25
Peroxyde de fer	0,20
Chaux.	54,25
Magnésie	0,22

Calcaire noir, à grain fin, à veines blanches de calcite. Montagne de l'Eléphant, Province de Phu-Lien.

	Grammes
Perte à la calcination	44,10
Silice.	1,35
Peroxyde de fer	0,29
Chaux	53,85
Magnésie	0,19

Calcaire très noir, compact, contenant une assez forte proportion de matières bitumeuses. Montagne de l'Eléphant, Province de Phu-Lien.

	Grammes
Perte à la calcination	41,25
Silice.	6,40
Alumine.	0,15
Peroxyde de fer	0,35
Chaux	51,40
Magnésie	0,39

Calcaire gris bleu, à grain fin, très esquilleux. Haï-Duong, province de Haï-Duong.

	Grammes
Perte à la calcination	44,10
Silice.	0,40
Alumine.	0,25
Peroxyde de fer.	0,15
Chaux.	55,00
Magnésie	0,10

Calcaire gris bleu, à grain très fin, à cassure très irrégulière, prenant un beau poli. Kiem-Khé, Province de Ha-Nam.

	Grammes
Perte à la calcination	44,05
Silice.	0,75
Alumine.	0,25
Peroxyde de fer.	0,20
Chaux.	54,65
Magnésie	0,18

Calcaire gris bleuâtre clair, à grain très fin, à cassure très irrégulière. Thu-Hoa, Province de Ha-Nam.

	Grammes
Perte à la calcination	44,20
Silice.	0,45
Alumine.	0,20
Peroxyde de fer.	0,35
Chaux.	54,55
Magnésie	0,25

Calcaire gris clair, cristallin, à grain très fin. Doan-Vi, Province de Ha-Nam.

	Grammes
Perte à la calcination	44,30
Silice.	0,40
Alumine.	0,30
Peroxyde de fer.	0,25
Chaux.	53,55
Magnésie	1,20

Calcaire gris, à grain très fin, très esquilleux. Co-Dong, Province de Ha-Nam.

	Grammes
Perte à la calcination	44,15
Silice	0,25
Alumine	0,18
Peroxyde de fer	0,15
Chaux	54,40
Magnésie	0,85

Calcaire gris noir, avec nombreuses veines blanches cristallines de calcite. Quang-Thua, Province de Ha-Nam.

	Grammes
Perte à la calcination	44,45
Silice	0,30
Alumine	0,20
Peroxyde de fer	0,25
Chaux	53,85
Magnésie	0,70

Calcaire noir, compact, mat, avec nombreuses veines argileuses. Rocher de la ville de Ninh-Binh, Province de Ninh-Binh.

	Grammes
Perte à la calcination	40,40
Silice	7,80
Alumine	1,80
Peroxyde de fer	1,20
Chaux	46,90
Magnésie	1,90

Calcaire noir compact, mat, légèrement veiné de veines d'argile et de calcite. Son-Dzuong, Province de Ninh-Binh.

	Grammes
Perte à la calcination	43,35
Silice	3,75
Alumine	1,65
Peroxyde de fer	0,95
Chaux	49,50
Magnésie	0,80

Calcaire gris foncé, esquilleux. Route de Phu-Nho-Quan à Dam-Khoï, kilom. 12, Province de Ninh-Binh.

	Grammes
Perte à la calcination	43,25
Silice	4,65
Alumine	0,20
Peroxyde de fer	0,25
Chaux	51,05
Magnésie	0,55

Calcaire gris, esquilleux, avec petites veines de calcite. Route de Phu-Nho-Quan à Dam-Khoï, kilom. 17, Province de Ninh-Binh.

	Grammes
Perte à la calcination	44,20
Silice	0,35
Alumine	0,28
Peroxyde de fer	0,40
Chaux	54,95
Magnésie	0,09

Calcaire gris foncé, à teinte uniforme, homogène. Phu-Lac, par Cam-Khé, Province de Phu-To.

	Grammes
Perte à la calcination	44,50
Silice	0,45
Alumine	0,35
Peroxyde de fer	0,12
Chaux	53,50
Magnésie	1,05

Calcaire gris clair, mat, à texture granuleuse oolithique, dur. Vinh-Cham, par Than-Ba, Province de Phu-To.

	Grammes
Perte à la calcination	46,55
Silice	1,50
Alumine	1,40
Peroxyde de fer	1,05
Chaux	32,85
Magnésie	16,65

Calcaire noir, mat, avec réseau de nombreuses veinules de calcite, imprégné d'hydrocarbures. Vinh-Cham, par Than-Ba, Province de Phu-To.

	Grammes
Perte à la calcination	42,25
Silice.	6,05
Alumine.	0,35
Peroxyde de fer	0,45
Chaux.	50,40
Magnésie.	0,52

Calcaire blanc jaunâtre, fortement cristallin, légèrement translucide. Rocher Notre-Dame, Province de Sontay.

	Grammes
Perte à la calcination	43,60
Silice.	0,55
Alumine.	0,28
Peroxyde de fer	0,09
Chaux.	55,30
Magnésie	0,11

Calcaire gris clair, très fin, très compact. Phu-Quoc-Hoai, Province de Sontay.

	Grammes
Perte à la calcination	41,25
Silice.	0,06
Alumine.	0,13
Peroxyde de fer	traces
Chaux.	55,35
Magnésie	0,19

Calcaire gris bleu, à structure cristalline uniforme, dur Fort Giovaninelli, à Tuyen-Quang, Province de Tuyen-Quang.

	Grammes
Perte à la calcination	43,50
Silice.	4,90
Alumine.	0,60
Peroxyde de fer	0,43
Chaux.	50,10
Magnésie	0,47

Calcaire gris clair, à gros grain cristallin, légèrement pyriteux.
Ky-Lam, Province de Tuyen-Quang.

	Grammes
Perte à la calcination	43,70
Silice.	0,70
Alumine.	0,35
Peroxyde de fer	0,35
Chaux	54,53
Magnésie	0,30

Calcaire gris foncé, mat, très compact, à teinte uniforme.
Partie Est du massif de Bac-Son, Province de Lang-Son.

	Grammes
Perte à la calcination	44,45
Silice.	0,27
Alumine.	0,32
Peroxyde de fer	0,06
Chaux	54,65
Magnésie	0,22

Calcaire noir mat, assez tendre, contenant d'assez gros cristaux de calcite. Lang-Son, Province de Lang-Son.

	Grammes
Perte à la calcination	44,10
Silice.	0,55
Alumine.	0,55
Peroxyde de fer	0,25
Chaux.	52,30
Magnésie	2,25

Calcaire spathique blanc. Lang-Son, Province de Lang-Son.

	Grammes
Perte à la calcination	44,20
Silice.	traces
Alumine.	0,35
Peroxyde de fer	0,40
Chaux	54,85
Magnésie.	0,18

Calcaire gris, avec veines de calcite. Col du Deo-Thi, Territoire de Cao-Bang.

	Grammes
Perte à la calcination	44,25
Silice.	0,85
Alumine.	0,15
Peroxyde de fer	0,25
Chaux	54,30
Magnésie	0,20

Calcaire spathique, blanc jaunâtre, à gros éléments. Col du Deo-Thi, Territoire de Cao-Bang.

	Grammes
Perte à la calcination	44,15
Silice.	0,18
Alumine	0,10
Peroxyde de fer	0,35
Chaux	55,17
Magnésie	traces

Calcaire gris cristallin, à grain moyen, avec veines de calcite. Ky-Phu, Province de Thaï-Nguyen.

	Grammes
Perte à la calcination	43,55
Silice.	0,90
Alumine.	1,20
Peroxyde de fer.	0,45
Chaux	53,70
Magnésie	0,20

Calcaire gris, à grain fin, légèrement cristallin. Cho-Chu, Province de Thaï-Nguyen.

	Grammes
Perte à la calcination	44,10
Silice.	0,30
Alumine.	0,35
Peroxyde de fer	0,15
Chaux	54,65
Magnésie	0,45

Calcaire gris noir cristallin, avec abondantes veines de calcite. Kao-Loc, Territoire de Ha-Giang.

	Grammes
Perte à la calcination	42,50
Silice	16,25
Alumine	0,65
Peroxyde de fer	0,55
Chaux	25,85
Magnésie	14,20

Aragonite Ca CO_3 . Nous avons rencontré ce carbonate de chaux rhombique en divers points des massifs calcaires de l'île des Deux-Songs et aux îles Norway, en petites masses cristallines, sans forme définie, ou bacillaires, prismatiques, jaunâtres, transparentes, à éclat vitreux; d'une densité de 2,9 la distinguant nettement de la calcite qui l'accompagne et à laquelle elle se trouve le plus souvent mélangée.

Baryum.

Nous ne connaissons, au Tonkin, se rattachant à ce métal, que son sulfate :

La *Barytine*, (Ba SO_4) , Baryte sulfatée, Spath pesant, ne se présente pas jusqu'à présent en gisement distinct; on la trouve comme gangue de plusieurs gisements de galène, soit en masses de grandes lamelles cristallines, blanches, nacrées, d'une dureté voisine de 3 et d'une densité de 3,45, ne renfermant que quelques traces de fer et de chaux, soit en masses terreuses compactes, jaunâtres, renfermant de la silice, de

l'alumine, de l'oxyde de fer, du carbonate de chaux et de la magnésie et quelquefois un peu de strontiane (Lao-Kay).

Magnésium.

Tous les calcaires du Tonkin renferment au moins des traces de magnésie, comme le montrent les analyses des calcaires précédents. Cette magnésie s'y trouve à l'état de carbonate, mélangé à du carbonate de chaux en quantité très variable.

Dolomite, (CaMgC^2O^6), carbonate double magnési-calci que. Jusqu'alors nous n'avons pas trouvé de cristaux de dolomite, soit directement observables, soit en examinant le résidu formé en dissolvant lentement des calcaires dolomitiques dans des acides très étendus. Nous ne connaissons pas également de dolomite pure en roche correspondant exactement à la formule chimique ci-dessus, mais les calcaires dolomitiques suivants, constitués par le mélange mécanique de dolomite et de calcite.

Dolomie saccharoïde, jaune et rose, de l'île des Deux-Songs, Province de Phu-Lien.

	Grammes
Silice	0,30
Alumine.	0,95
Peroxyde de fer	0,50
Carbonate de chaux	65,45
Carbonate de magnésie	31,45
Eau	1,35

Dolomie compacte, rouge, avec de nombreux noyaux cristallins, du Nord de Thaï-Nguyen.

	Grammes
Silice.	0,45
Alumine	1,40
Peroxyde de fer.	0,90
Carbonate de chaux	64,45
Carbonate de magnésie	30,70
Eau	2,10

Nous trouvons également la magnésie dans la gangue dolomitique de plusieurs minerais métalliques (zinc, plomb). Celle de la blende de Lang-Nath est un carbonate de chaux et de magnésie très ferrifère et manganésifère, noir (braunspath).

Magnésite, ($H^8Mg^2Si^3O^{12}$). magnésie silicatée. Nous signalerons la magnésite en veinules et en légers enduits blanchâtres dans une roche noire très siliceuse, incluse dans des schistes des environs de Than-Moï, à droite de la voie ferrée de Lang-Son. Cette magnésite, très tendre et très légère, est composée de petites lamelles cristallines, translucides, microscopiques.

Zinc.

Presque tous les gisements de zinc du Tonkin, et surtout les plus intéressants, forment une trainée suivant une ligne droite Est-Sud-Est, Nord-Ouest-Nord, commençant au Nord d'An-Chau, passant par le Nord de Thaï-Nguyen, pour aboutir à Tuyen-Quang.

Les minerais de zinc, très souvent associés à ceux de plomb, sont représentés par la blende, la calamine, la smithsonite, l'hydrozincite et l'aurichalcite.

Blende, (ZnS), zinc sulfuré (zinc 67 0/0). La blende forme la partie principale de tous les gisements. Elle est très rarement cristallisée ; le plus souvent en masses lamellaires très brillantes (Phong-To, Lang-Chea), quelquefois en masses compactes, mates (Lang-Hit).

Les quelques cristaux que nous avons pu observer sont très petits (de 1 à 2 millimètres). Ils appartiennent au type tétraédrique (Bac-Kan). Ils sont bruns, rouge foncé.

Nous avons souvent rencontré, par contre, de nombreux groupements cristallins dont les cristaux, quelquefois assez gros, translucides, à éclat adamantin, enchevêtrés et déformés, ne permettent aucune observation cristallographique. Leur couleur est le jaune blond, le jaune verdâtre, le rouge brun.

Les minerais lamellaires à clivages dodécaédriques renferment des éléments qui peuvent atteindre plus d'un centimètre carré (Lang-Chea). Ces clivages sont en général foncés, à éclat métallique et surtout résineux.

La blende se trouve souvent associé au cuivre (Province de Bac-Giang), à la galène, à la pyrite (Lang-Chea, Lang-Hit, Bac-Kan), à la chalcopryrite, à la siderite, à la cérusite (Lang-Hit), aux oxydes de fer et de manganèse. Elle renferme en proportions très variables du fer, du manganèse, du plomb, du cuivre, du cadmium, de l'arsenic, etc...

Par altération, elle donne de la smithsonite, de la calamine dans les parties superficielles de ses gisements (Lang-Hit, Tuyen-Quang, Phong-To, etc.).

Elle est très pauvre en argent ; le métal précieux ne s'y trouve en certaine quantité qu'autant que le minerai renferme de la galène.

Comme gangue de cette blende, nous trouvons du calcaire

plus ou moins magnésien et ferrugineux, de la dolomie, du quartz ; comme roche encaissante, des calcaires, des schistes.

Calamine, $(H^2Zn^2SiO^3)$, silicate basique de zinc (zinc 54,20 0/0). Les mineurs comprennent sous ce nom, non seulement le silicate, mais le carbonate et l'hydrocarbonate de zinc. La calamine, considérée par nous comme le silicate basique, est peu fréquente. Les plus beaux échantillons proviennent du gisement de Tuyen-Quang où elle se trouve, soit en petits cristaux incolores, très frais, soit en masses botryoïdes ou spongieuses, soit en masses compactes sans caractères particuliers autres que leur densité.

Les cristaux que nous avons examinés sont petits, fins et ne dépassent pas 2 ou 3 millimètres. Ils sont seuls ou groupés en faisceaux divergents, implantés sur de la calamine compacte.

Ils appartiennent au système orthorhombique ; ils ont des formes très nettes et sont d'une parfaite limpidité.

On y reconnaît facilement les faces mg^1 , $a^{1/2}$, e^1 , e^3 . Ils sont très aplatis suivant g^1 qui est souvent strié et allongé suivant l'axe vertical. On peut néanmoins reconnaître deux faciès dans ces cristaux, se distinguant par leurs pointements. Les uns sont constitués par la forme a^1 de 117° environ ($117^\circ, 42'$ angle calculé, les autres, formés de petites baguettes rectangulaires modifiées sur les angles, constitués par e^1 avec rudiment de a^1 . La position de ces cristaux toujours implantés par une de leurs extrémités ne permet pas de constater d'hémimorphisme.

Ils rappellent complètement ceux de la calamine de la Vieille-Montagne. Ils ne constituent qu'un accident minéralogique dans le minerai suivant.

Smithsonite, $(ZnCO^3)$, zinc carbonaté (zinc 52 0/0). C'est le minerai de zinc de beaucoup le plus important dans les gîtes cala-

minaires tonkinois. Elle se présente sous les formes les plus diverses, mais avec tendance à la concrétion. Elle forme, comme les minerais d'Algérie et du Laurion, des masses mamelonnées, botryoïdes, stalactiformes, cavernueuses, dont les fissures et les cavités sont tapissées de groupements cristallins ou de petits cristaux bien définis. Sa densité varie de 4,18 à 4,40. Sa couleur est en général claire, avec des teintes blanches, jaunes, quelquefois légèrement bleuâtres ou verdâtres. Ces masses concrétionnées sont formées de petits cristaux indistincts, enchevêtrés ou de fibres radiées; quand elles sont pures, elles sont translucides. Elles atteignent parfois de fortes dimensions.

Les cristaux que nous avons examinés sont constitués par des rhomboèdres *p*, souvent courbes, constituant des groupements à axes parallèles; ils sont uniaxes et optiquement négatifs (Tuyen-Quang).

Toujours dans les calcaires, cette smithsonite est de formation secondaire, formée par substitution.

Hydrozincite ou Zinconise, $((\text{ZnCO}_3, 2\text{Zn}(\text{OH}))$, zinc hydrocarbonaté, (zinc 51,60 0/0). Ce minéral est un produit de la décomposition de la smithsonite et accompagne celle-ci dans tous ses gisements (Lang-Hit, Tuyen-Quang, Phong-To). On la trouve en enduits légers, en masses amorphes ou en croûtes terreuses blanches, ternes, très tendres, tachant les doigts. Elle est quelquefois concrétionnée, ou finement feuilletée.

Aurichalcite, $((\text{ZnCu})\text{CO}_3, 3(\text{ZnCu})(\text{OH}))$, (zinc 42,70 0/0, cuivre, 16,60 0/0). Ce corps est très rare et toujours en très petite quantité. Il forme de petites houppes de cristaux aciculaires, de forme indéfinissable, d'un bleu verdâtre très pâle, donnant les réactions du zinc et du cuivre, associé à de la ga-

lène et à un peu de cérusite dans les environs de Cho-Ra et dans le gîte de zinc de Lang-Hit.

Dans l'étude des principaux gisements, nous décrirons les différents aspects de ces minéraux, tout en faisant l'examen chimique du minéral.

Gîtes de zinc.

Les gisements de zinc du Tonkin peuvent être regardés comme des formations blendeuses, souvent recouvertes d'un chapeau carbonaté, où la smithsonite peut être considérée généralement, non comme due à une oxydation de surface, mais comme résultant d'une véritable substitution dans les calcaires.

Gîte de Lang-Chea, Canton d'An-Chau, Province de Quang-Yen.

Ce gîte est un des plus intéressants du Tonkin, au point de vue minéralogique, par la diversité de ses minéraux, que nous décrirons à leurs places respectives.

Le zinc s'y trouve sous forme de blende en filon à gangue de quartz, associée à de la galène et à du cuivre antimonial. Ces trois minerais se trouvent associés dans le même filon, sans paraître trop se mélanger, sauf en certains points pour les deux derniers, ce qui semble indiquer plusieurs venues métallifères.

La blende est très belle. Elle forme des masses compactes à structure fortement lamellaire, montrant de grands clivages, à macles polysynthétiques suivant $a^1 b^1/2$, de couleur brune, à poussière jaune verdâtre, à éclat très résineux. On y remarque peu d'impuretés ; çà et là quelques petites masses de galène ou quelques petits cristaux de quartz hyalin.

Une prise d'échantillon, faite sur plusieurs blocs extraits à des époques différentes, nous a donné à l'analyse :

	Grammes
Zinc	64,20
Plomb	0,12
Antimoine	traces
Arsenic	traces
Cuivre	traces
Cadmium	traces
Fer	1,55
Alumine.	0,40
Manganèse	traces
Soufre	33,02
Insoluble	0,52

L'argent n'y existe qu'à l'état de traces également. La coupellation en donne de 20 à 30 grammes à la tonne de minerai.

C'est, comme on le voit, un excellent minerai. Son exploitation paraît assez aisée et le voisinage d'un cours d'eau flottable, le Song-Luc-Nam, à 2 jours du port d'Häphong, le rend très intéressant au point de vue industriel. L'extraction du zinc devra nécessairement entraîner celle du plomb et du cuivre, qui s'y trouvent associés.

Gîte de Than-Moï, Province de Lang-Son. On y trouve une blende associée à de la galène, de la pyrite, de la sidérite avec un peu de smithsonite. Dans la sidérite, à forme lenticulaire, se trouvent, en certains points, des amas cristallins à assez gros clivages de blende translucide, jaune de miel, d'une grande pureté. Dans un groupe d'échantillons de blende de ce gîte, nous en avons trouvé un recouvert d'enduits de greenockite secondaire, ce qui montre que cette blende est cadmifère.

Gîte de Lang-Nath. — Canton de Cao-Nhat, Province de Bac-Giang. Nous citons ce gîte, car il y existe de la blende cris-

talline jaune verdâtre engagée dans une gangue de dolomie grenue, noire.

La présence de la magnésie est presque générale dans les gisements de zinc, dont nous avons fait l'étude chimique. Très rarement mélangée à la blende et à la smithsonite, elle se trouve dans la roche encaissante, au contact du minerai métallique. La théorie du rôle chimique de la magnésie, dans la précipitation du zinc, nous paraît ici encore indiquée.

Gîtes de la Province de Thaï-Nguyen principalement de Lang-Hit. — Au Nord et au Nord-Est de Thaï-Nguyen se trouvent plusieurs gisements de zinc, très intéressants par la valeur de leurs minerais et par leur situation géographique.

Les gîtes de Lang-Hit et de Van-Long, de 10 à 25 kilomètres au Nord, sur les bords du Song-Cau, sont les plus importants. Le fleuve est navigable et 4 jours seulement les séparent du port de Haïphong.

Tous les gisements de la région sont de même nature : la blende en profondeur, la smithsonite à la partie superficielle, puis une zone de smithsonite blendeuse intermédiaire. Le tout est encaissé dans des calcaires compacts gris, durs, très métamorphisés, mélangés à des schistes gris ou noirs.

À Lang-Hit, la blende est en masses compactes jaunes, grises ou noires, à grain très fin, denses, à gangue schisteuse plus ou moins brune, calcaréo-magnésienne ou ocreuse, fortement ferrugineuse. Au milieu de ces masses, à texture très serrée, circulent de petites veines de blende grise, vaguement cristalline, lamelleuse.

Voici la composition moyenne de ce minerai :

	Grammes
Zinc	58,20
Plomb	1,60

Arsenic	»
Antimoine	»
Cuivre	0,20
Cadmium	traces
Fer.	1,25
Alumine.	1,75
Manganèse	traces
Chaux.	0,65
Magnésie	0,75
Soufre	26,85
Acide carbonique	4,70
Insoluble	3,10

La prise moyenne d'échantillon ayant servi à cette analyse a donné par fusion et coupellation, 125 grammes d'argent à la tonne de minerai. Ajoutons que celui-ci renferme un peu de plomb.

En effet, dans ce gîte, la blende que nous venons de décrire est en contact fréquent avec de la galène et s'y trouve souvent mélangée. Nous parlons de cette galène au paragraphe du plomb. Dans les échantillons de blende triés, il existe une quantité de plomb assez variable, qui s'élève jusqu'à 13 0/0 d'après nos analyses et les échantillons que nous avons reçus.

Insensiblement, on passe à la smithsonite blendeuse, d'aspect caverneux, spongieux, plus ou moins cristallin, aux teintes jaunes, rouges, grises, mélangées. L'analyse révèle un mélange de sulfure et de carbonate de zinc, variables l'un par rapport à l'autre avec chaque échantillon. La quantité de plomb à l'état de sulfure et de carbonate atteint 15 0/0. Le minerai traité pour argent en donne 300 à 400 grammes à la tonne ; cette teneur oscillant toujours avec la quantité de plomb.

Puis, on arrive à la smithsonite presque pure, à la partie tout à fait superficielle en masses jaunes, rouges, caverneuses, concrétionnées, très cristallines, sans cristaux définis, dont l'analyse nous donne la composition variable suivante :

	Grammes
Zinc	39 à 43
Plomb.	2 à 7,65
Arsenic	»
Antimoine	»
Cuivre.	traces
Cadmium.	»
Fer.	1 à 2,80
Alumine.	2,50 à 9
Manganèse	traces à 0,30
Chaux.	0,50 à 2,50
Magnésie	traces
Soufre	traces à 0,60
Acide carbonique	24 à 31,40
Insoluble	0,50 à 3,40

L'hydrozincite en petits amas compacts donne 52 à 53 0/0 de zinc avec 0,15 à 0,20 centigrammes de fer et quelques traces de chaux et de magnésie. Celle qui est feuilletée, contient beaucoup d'eau et d'alumine, les feuillets extrêmement minces étant séparés par une mince couche d'argile ; elle donne 49 à 50 0/0 de métal.

L'examen minéralogique de ce minerai superficiel de Lang-Hit, le montre très complexe. On trouve de la blende en petites masses cristallines brunes, brillantes, associée à de la smithsonite cristallisée ou concrétionnée très claire à un peu de galène en petits clivages cubiques ; une partie de celle-ci est transformée par altération en cérusite, formant de fins petits cristaux rhombiques très limpides, incolores, ou colorés en jaune par un peu de fer ou en noir (plomb noir des anciens minéralogistes). On voit également quelques petits groupements cristallins de malachite et de chessylite.

Dans les blocs de minerai, on aperçoit de nombreux points très caverneux, ayant l'aspect d'une meulière brune ; ils sont formés par le mélange du sulfure et du carbonate de zinc,

ce qui indique la substitution du carbonate au sulfure par circulation des eaux au milieu de la blende fissurée.

Gîte de Tuyen-Quang, Province de Tuyen-Quang. C'est à l'heure actuelle le principal gisement calaminaire du Tonkin, près de la Rivière Claire, grande voie navigable par les chaudières à vapeur pendant la saison des pluies et en tous temps par les jonques de 2 à 3 tonnes.

Ce gîte se présente en amas dans le calcaire d'une colline où se trouve également un gisement de galène assez important.

En examinant les contacts du minerai et du calcaire, on ne peut avoir aucun doute sur la formation de ce gîte par substitution. On observe à partir du calcaire stérile des zones, de plus en plus zincifères à mesure que l'on pénètre dans le gîte.

Les minéraux constitutants que nous y avons reconnus sont : la calamine, la smithsonite, l'hydrozincite, la calcite, la dolomite, la cérusite, la sidérite, les oxydes de fer et de manganèse.

La calamine forme des masses denses, dures, ou botryoïdes, jaunes ou rouges dont les petites cavités ou les fissures sont tapissées des fins cristaux incolores, transparents, dont nous avons déjà parlé.

La smithsonite est très variable de forme et de couleur, compacte, terreuse, testacée, mamelonnée, brune, rouge, jaune, blanche.

L'hydrozincite constitue des croûtes et des enduits blancs, tendres.

La calcite offre de jolis cristaux très purs ou se présente en masses spathiques colorées par du fer et renfermant un peu de zinc. C'est de ce gîte que vient la calcite en rhomboèdres primitifs, dont nous avons parlé au paragraphe du calcium.

En somme, ce gisement est formé d'une smithsonite ferrugi-

neuse, manganésifère, mélangée à un peu de calamine, dont la teneur en fer varie beaucoup. On y trouve de la limonite et de la sidérite zincifère à 1 ou 2 0/0 de zinc.

Physiquement, elle se présente sous les formes les plus diverses et les plus bizarres : en masses compactes, grises, noires ou rouges, denses, à grain cristallin très fin ; en masses blanches, tendres ; en masses botryoïdes, feuilletées, stalagmitiques où la proportion de zinc varie de 30 à 49 0/0, presque exclusivement sous forme de carbonate, ce qui donne au minerai une importante valeur marchande par sa facilité d'enrichissement par calcination.

La proportion de magnésie est à peu près celle du calcaire encaissant.

Ce calcaire est une roche homogène, cristalline, gris bleuâtre, dure, d'origine métamorphique. Sa composition est la suivante :

	Grammes
Silice.	4,80
Alumine.	0,80
Peroxyde de fer.	0,65
Chaux.	50,85
Magnésie	0,85
Zinc	0,45
Perte à la calcination.	41,90

Le calcaire en contact direct avec le minerai donne comme teneur en zinc 1,60 à 1,80 0/0.

Voici la teneur en zinc d'une assez grande quantité d'échantillons prélevés en divers endroits du gîte et d'aspect absolument différent.

Minerai compact, rouge, à grain cristallin très fin, dense, à poussière rouge, entièrement soluble.

	Grammes
Zinc	31,60
Fer	18,30
Manganèse	0,25
Perte à la calcination	25,10

Minerai avec petites concrétions gris noir, dense, dur, in-complètement soluble.

	Grammes
Zinc	47,20
Fer	0,90
Manganèse	1,62
Perte à la calcination	34,10

Minerai très caverneux ressemblant à de l'éponge, de couleur rougeâtre sale, complètement soluble.

	Grammes
Zinc	48,80
Fer	3,00
Manganèse	0,25
Perte à la calcination	33,55

Minerai feuilleté en feuillets de 2 à 3 millimètres d'épaisseur, gris jaunâtre, à structure cristalline, finement granuleuse, complètement soluble.

	Grammes
Zinc	46,40
Fer	0,85
Manganèse	traces
Perte à la calcination	34,60

Minerai légèrement caverneux, jaune rougeâtre, avec enduits blancs d'hydrozincite, incomplètement soluble.

	Grammes
Zinc	39,20
Fer	5,75
Manganèse	0,35
Perte à la calcination	27,15

En dehors de ces carbonates de zinc, qui ne renferment pas de

silicate ou rarement quelques centièmes, nous avons des parties où l'on trouve ce silicate presque exclusivement. Il se présente sous la forme botryoïde, concrétionnée, de couleur grise ou brune donnant :

	Grammes
Zinc	48,40
Fer	1,90
Manganèse	traces
Silice	26,15
Perte à la calcination	14,90

ou sous la forme caverneuse, de consistance dure, à couleur rougeâtre avec :

	Grammes
Zinc	46,70
Fer	2,20
Manganèse	traces
Silice	24,40
Perte à la calcination	10,15

Nous avons donc dans le minerai trié une teneur générale moyenne en métal de 42 à 44 0/0. En traitant les carbonates, nous avons une perte à la calcination de 30 à 31 0/0.

Le minerai de ce gisement peut être rapproché de celui de divers gisements algériens et en particulier de celui du massif de l'Ouarsenis, en Algérie. Les échantillons appartenant à la collection du Muséum nous ont permis de reconnaître la grande similitude de ces deux minerais.

Les deux gisements qui nous restent à mentionner sont très différents des précédents. Le minerai en est très complexe, et offre la particularité de renfermer de l'étain.

Gîte de Phong-To, Territoire de Lao-Kay. Ce gîte, comme le suivant, renferme du zinc à l'état de sulfure, mélangé à plusieurs autres métaux très inégalement répartis dans le minerai. On

voit de la pyrite légèrement cuivreuse souvent en traînées ou en petites couches alternant avec la blende, de la galène et une assez forte proportion de cuivre gris formant lentilles ; le tout dans un calcaire blanc cristallin.

Superficiellement, le gîte est recouvert de smithsonite concrétionnée claire. La blende présente des lamelles brunes, à reflets jaune colophane, extrêmement brillantes.

Une analyse faite sur un échantillon riche en blende, a donné :

	Grammes
Zinc	41,35
Plomb	0,70
Arsenic	0,15
Antimoine	traces
Cuivre	0,25
Etain	0,40
Fer	15,45
Alumine	0,35
Soufre	37,05
Insoluble	2,90

La tonne de minerai renferme 130 grammes d'argent.

Le dosage du cuivre gris, extrait par broyage du minerai et triage, nous a donné une teneur de 37,40 0/0 de cuivre avec une forte proportion de soufre et d'arsenic.

Gîte de Nguyen-Binh dit « Ganymède », Territoire militaire de Cao-Bang, versant sud du Pia-Ouac. Nous revenons plusieurs fois sur ce gisement dans le cours de notre travail, car s'il renferme du zinc, avec ce métal se trouvent de nombreux minéraux inclus dans une gangue quartzeuse affectant une forme gneissique. La blende y est mélangée à de la galène, à de la pyrite, à du mispickel ; on y trouve également de l'étain et du tungstène.

Sans grand intérêt au point de vue du zinc, le minerai, traité

pour la recherche des métaux précieux, acquiert une valeur spéciale. Tel qu'il se présente, il a donné à l'analyse :

	Grammes
Zinc	11,25
Plomb	4,35
Antimoine	traces
Arsenic	1,20
Cuivre	0,15
Cadmium	traces
Étain	1,10
Tungstène	traces
Fer	14,90
Soufre	23,40
Résidu siliceux	45,60

La recherche des métaux précieux nous a donné 920 gr. d'argent et 2 à 3 grammes d'or à la tonne.

Certaines parties du gisement sont constituées par du mispickel, associé à de la galène et à un peu de blende, et c'est au mispickel qu'il convient vraisemblablement de rapporter l'or qu'il renferme.

Cadmium.

Les minerais de zinc du Tonkin ne paraissent pas cadmifères ou tout au moins le sont en général très peu.

Nous avons trouvé la *Greenockite*, (CdS), Cadmium sulfuré, dans un lot d'échantillons de blende en lamelles brunes partiellement transformée en smithsonite, provenant des environs de Than-Moï. Un de ces échantillons était chargé de greenockite profondément mélangée à la blende d'où elle dérive, sans aucun

doute, par décomposition. Cette greenockite est en masses pulvérulentes, opaques, terreuses, jaune rougeâtre. La teinte foncée, tirant sur le brun, est due à une certaine proportion d'oxyde de fer. Fortement chauffée dans le tube fermé, elle devient d'un rouge vif qui disparaît par refroidissement ; dans le tube ouvert elle donne de l'acide sulfureux.

Aluminium.

Argiles. Nous ne nous étendrons pas sur ce chapitre, qui ressort plutôt de la pétrographie, mais son importance industrielle nous oblige à en dire quelques mots.

La décomposition des roches feldspathiques (granites pegmatites, granulites, rhyolites, gneiss, etc...), constituant la majeure partie du Tonkin occidental, a donné la grande quantité de limons et d'argiles qui forment cet immense Delta. Ils sont riches en produits clastiques de toute espèce.

Minéralogiquement, ces différentes variétés d'argiles doivent être rapportées au groupe des halloysites et à celui des kaolins.

Dans le premier groupe, nous avons le limon ou lehm, constitué par de l'argile mélangée surtout de silice sableuse et d'oxyde de fer, principalement de limonite.

L'analyse mécanique de plusieurs échantillons, prélevés sur Haïphong, Haï-Duong, Quang-Yen, nous donne la composition moyenne suivante en poids :

	Grammes
Sable	0,95
Argile	99,05

La finesse du sable est extrême, donnant comme pourcentage pondéral un résidu

Au tamis de	324 mailles au c ² de	3
»	900	» 9
»	2 000	» 4
Résidu impalpable.		84

Au point de vue chimique, ce limon est composé de silice, d'alumine, d'oxyde de fer, celui-ci variant de 4 à 7 0/0. Il ne renferme que des traces de bases alcalino-terreuses et d'alcalis.

Ce type de limon sert à la confection de briques indigènes et, mélangé à du calcaire, à la fabrication du ciment de Haï-phong.

En s'avancant dans la Haute Région, le long des vallées du Fleuve Rouge, de la Rivière Noire, du Song-Cau, on trouve des limons d'origine plus ancienne à éléments beaucoup plus gros. Dans le haut Fleuve Rouge, en dehors des latérites si répandues, on rencontre de Lao-Kay, à Long-Po, des croûtes de limon rouge faites d'argile, de sable à gros grain et de limonite, où la proportion de cette dernière s'élève à 24 0/0. Dans beaucoup de ces régions existe le limon des plateaux toujours très ferrugineux.

Nous avons ensuite les argiles formant gisements sédimentaires, plus ou moins impures, de couleur variable, à texture plus ou moins fine, d'une composition chimique presque identique, mais moins riche en silice sableuse, celle-ci en quantité variable d'un point à un autre. Répandue un peu partout, cette argile grise, jaunâtre ou brune, très plastique, sert à la fabrication des tuiles, des briques, dont sont construites toutes les maisons.

En dehors de cette argile grossière, il existe quelques gisements, comme à Dap-Cau, à T'ao-noï, à Hongay, etc... d'une ar-

gile jaunâtre peu ferrugineuse, qui permet soit directement, soit après lévigation, de fabriquer quelques produits réfractaires. Voici l'analyse chimique d'une de ces argiles des environs de Hongay :

	Grammes
Perte au feu	9,15
Silice non combinée	5,95
Silice combinée	61,25
Alumine.	19,60
Peroxyde de fer	2,05
Chaux	traces
Magnésie	»
Alcalis	0,45

Nous rattacherons au groupe des kaolins sédimentaires l'argile kaolinique de certains gisements de la province de Haï-Duong, non loin de Dong-Trieu, à Trang-Bach, Ho-Lao, Mao-Khé. Cette argile est blanche, jaune, rose, quelquefois rouge, d'un grain assez fin, renfermant une quantité de matières étrangères assez variable.

Elle est employée à la fabrication de poteries communes.

Voici l'analyse chimique d'une argile alluvionnaire de cette région. Elle est très blanche, parsemée de taches rouges d'oxyde de fer, très fine et laisse un résidu de 7 à 8 0/0 de feldspath.

	Grammes
Eau	9,95
Silice combinée	32,20
Silice sableuse	35,65
Alumine.	19,85
Peroxyde de fer	1,55
Chaux	traces
Magnésie	»
Alcalis	0,85

Enfin entre Lao-Kayet Ba-Xat, nous avons trouvé, en 1900, de nombreuses petites poches de kaolin dû à la décomposition en

place d'une granulite. Sa structure microscopique est lamelleuse, cristalline, transparente. En masse, ce kaolin est blanc, légèrement jaunâtre et ne renferme comme impureté que de petits grains de quartz.

Pour terminer, nous dirons qu'il existe dans beaucoup d'endroits des argiles renfermant 25 à 30 0/0 de limonite ou d'hématite constituant des ocres jaunes ou rouges (Rive droite du Haut Fleuve Rouge, Environs de Cao-Bang, de Thai-Nguyen, Basse Rivière Noire).

Nous signalerons également quelques marnes tenant jusqu'à 20 0/0 de calcaire dans les provinces de Quang-Yen et de Bac-Giang.

Ardoises. — A la suite des argiles, nous dirons quelques mots des ardoises.

Les schistes argileux sont d'une dureté et d'une fissilité assez grandes dans certaines régions (Yen-Bay, Bac-Kan, Rivière Noire, Ha-Giang), pour avoir fait penser à les employer comme ardoises. Nous en avons examiné quelques échantillons et le plus grand nombre doit être regardé comme schistes microcristallins. Réduits en poudre, les liqueurs denses y séparent en dehors du quartz et du mica, du zircon, du rutile, de la tourmaline, de la magnétite et quelques cristaux microscopiques de pyrite.

Nous citerons spécialement l'ardoise d'un gisement de la région de Yen-Bay, qui nous paraît se rapprocher le plus des conditions industrielles demandées à ce genre de produit minéral et qui se trouve dans un endroit accessible à proximité de l'eau et du chemin de fer. Physiquement, cette ardoise est noire, dense, sonore, compacte, mais d'une fissilité laissant quelquefois à désirer. Son pouvoir d'imbibition est très faible et

varie de 3 à 4 millimètres par immersion verticale, en 24 heures.

La faible quantité de soufre trouvée à l'analyse (acide sulfurique 0,24 0/0) dénote une très faible quantité de sulfure et à l'examen microscopique, on n'aperçoit que des traces de pyrite, substance si altérable à l'air et mettant si rapidement l'ardoise hors d'usage.

Fer.

Le fer est extrêmement commun dans le sol tonkinois.

Toutes les roches en renferment une forte proportion; toutes les eaux en contiennent souvent au point de les rendre inutilisables dans l'industrie et même comme boisson.

Le Fleuve Rouge ou Song-Koï, dont le bassin occupe les 2/3 du Tonkin, doit son nom à la couleur rouge de ses eaux, qui charrient des quantités très importantes d'oxyde de fer, en été, pendant la saison des pluies.

En juillet 1900, à Lao-Kay, nous avons vu, à la suite d'une forte crue, le Fleuve rouler des eaux absolument rouge brique. Dans cette eau, nous avons trouvé 5 k. 400 de limon au mètre cube, donnant 490 grammes d'oxyde de fer. A Than-Ba, en 1901, nous avons recueilli une moyenne journalière de limon, pour juillet, de 1 k. 670 par mètre cube, pour août, de 1 k. 240, pour septembre, de 2 k. 300, pour octobre, de 0 k. 880; à Hanoï, en 1903, pour juillet, de 0 k. 410; pour août, de 0 k. 628, pour septembre, de 0 k. 860. En considérant comme le montrent

quelques analyses que nous avons faites à ces époques, que le limon renferme une moyenne de 6 à 7 0/0 d'oxyde de fer, on peut concevoir la quantité colossale de métal qui va se déposer à l'état d'oxyde en sédiments dans le bas Delta, et à la mer chaque année.

Le même phénomène se produit pour les autres cours d'eau, mais avec moins d'intensité.

Le fer existe sous plusieurs formes minéralogiques, mais principalement à l'état d'oxydes, magnétite, hématite, limonite, formant des amas ou filons dans la haute vallée du Fleuve Rouge, dans la vallée moyenne du Song-Cau, et dans la vallée du Song-Bang-Giang, affluent du Tsé-Kiang, ou formant des dépôts secondaires, comme dans certaines provinces du Delta (Haï-Duong, etc.). Il existe aussi à l'état de carbonate, (sidérite), accompagnant accessoirement certains minerais, puis à l'état de sulfures, (pyrite, marcasite, mispickel), dans beaucoup de gisements métallifères, de filons et dans les roches argileuses (schistes, etc.). Nous l'avons aussi rencontré, associé au phosphore, sous forme de vivianite et de strengite.

Nous décrirons ces différentes espèces minéralogiques, puis nous passerons en revue les principaux gisements où on les trouve.

Magnétite, (Fe^{O}), fer oxydulé (Fer 72,4 0/0). Elle forme de puissants gisements et est très répandue dans les roches éruptives.

M. Hubert, dans son étude sur un certain nombre de roches du Tonkin, que nous avons envoyées au Muséum, en 1902, la signale dans une microgranulite de Hongay, dans des rhyolites

des environs de Thaï-Nguyen, des bords de la Rivière Noire, de Than-Moï, dans des gabbros du Nord-Ouest de Thaï-Nguyen, dans des basaltes de la Rivière Noire.

On en rencontre dans une grande quantité d'alluvions, principalement dans les alluvions stannifères de la région de Nguyen-Binh ou dans celles des arroyos se jetant dans le Fleuve Rouge de Long-Po à Ba-Xat ou dans le Song-Cau, aux environs de Thaï-Nguyen.

De forts gisements se trouvent sur la rive droite du haut Fleuve Rouge, dans le cercle de Cao-Bang, dans la province de Thaï-Nguyen, etc. Dans tous ses gisements, elle se présente en général en masses grenues, à grain plus ou moins serré, plus ou moins fin, à poussière noire, à éclat métallique, et agissant fortement sur l'aiguille aimantée.

A Bao-Nang, on trouve une magnétite fortement magnétipolaire formant aimant naturel.

Elle est assez souvent titanifère et dans les sables où on la trouve en alluvion, elle est fréquemment accompagnée d'ilménite.

Au point de vue cristallographique, les magnétites de Mo-Xat, de Bao-Nang, de Mona-Khon et de certaines alluvions, renferment de nombreux octaèdres réguliers, très nets, noyés au milieu de grains cristallins sans forme définie. A Mo-Xat, on trouve également des rhombododécaèdres, dont les faces atteignent quelquefois un centimètre de côté.

Ces magnétites très pures, souvent associées à l'hématite et à des minerais de manganèse (Thaï-Nguyen), se rapprochent beaucoup de celles de Suède.

Hématite, ou Oligiste, (Fe^2O^3), Fer peroxydé, (Fer 70 0/0). Cet oxyde de fer existe soit seul, soit le plus souvent associé

à la magnétite dans un certain nombre de gisements importants.

L'hématite se présente en général en blocs rouges, *hématite rouge* (Ba-Xat, Mona-Khon), ou en masses grenues ou concrétionnées, *hématite brune* (Ba-Xat, Luc-Nam, Ha-Giang, Moli-Nham) en amas ou en *filons* métallifères, ou en lames empilées parallèlement à leur base, brillantes, à éclat métallique, gris de fer, *hématite spéculaire*, semblable à celle de l'île d'Elbe, (Dong-Dang, Cao-Bang) ou en lamelles très fines, très brillantes, à fort éclat métallique, souvent transparentes, et alors rouge sang, *hématite micacée*, dans les schistes cristallins du Haut Fleuve Rouge, dans les formations sédimentaires (Dong-Trieu, Hongay) ou quelquefois en petits cristaux rhomboédriques, striés, toujours très aplatis, comme dans certaines vacuoles d'hématite et dans les sables de quelques arroyos de la province de Thaï-Nguyen.

Nous résumerons en disant que l'on trouve l'hématite, soit compacte, soit lamellaire, soit cristallisée, dans toutes les régions du Tonkin, dans les schistes cristallins, les roches éruptives, les roches métamorphiques, filons ou formations sédimentaires.

Limonite, (2Fe^{2+} , $3\text{H}_2\text{O}$). Fer hydroxydé, (Fer 59,8 0/0). La limonite est en masses amorphes, terreuses, quelquefois oolithiques, concrétionnées, fibreuses, stalactiformes, d'une densité variable, d'une durée très inégale, suivant que l'espèce est terreuse, compacte ou concrétionnée. La couleur est également variée : brune, accompagnée d'un enduit poussiéreux jaunâtre dans les variétés dures, concrétionnées ou fibreuses ; jaune, dans les variétés tendres, terreuses ; quelquefois très vivement irisée, surtout dans les gisements métallifères.

On la trouve extrêmement disséminée dans les roches silicatées et par leur décomposition dans la laterite, dans les filons métalliques, dans les roches sédimentaires, comme produit d'altération des sulfures ou oxydes, dans les argiles, les limons, etc... et dans toutes les alluvions des régions basses du Delta où les oxydes de fer sont réduits par les matières organiques et où le carbonate ferreux formé s'oxyde et se dépose en enduit de limonite.

Dans les filons métallifères, la limonite est très fréquente comme élément secondaire. On la trouve accompagnant la galène dans la province de Thaï-Nguyen, le cuivre dans plusieurs gîtes de la province de Bac-Giang, le zinc dans les gîtes de Lang-Hit, et surtout de Tuyen-Quang.

Dans la région de Thaï-Nguyen, la limonite accompagne l'hématite, voire la magnétite, dans plusieurs gisements, à Molinham, à Giang-Tien, à Mona-Khon, dans des terrains métamorphiques, souvent comme produit d'altération. A Molinham, la limonite est en gros blocs, concrétionnée, fibreuse, en fibres rayonnantes, brun rougeâtre ou en masses amorphes, denses, noires, brillantes, offrant des zones concentriques de différentes teintes, variables avec la quantité d'oxyde de manganèse associée. Cette limonite se rapproche de celle du gîte de Rancié dans le département de l'Ariège.

A Giang-Tien, la limonite est très manganésifère.

Dans les roches sédimentaires, il existe une quantité énorme de limonite ; les argiles, limons, schistes, en renferment de 7 à 8 0/0. C'est la moyenne que nous avons trouvée sur une grande quantité d'analyses d'échantillons de provenances diverses.

Sidérite, (FeCO_3), Carbonate de fer spathique (Fer 48,2 0/0). Nous ne connaissons ce carbonate que comme minéral accessoire

de certains gisements métallifères Tuyen-Quang, Thai-Nguyen ou comme gangue d'un cuivre gris, à Giao-Hiem, par exemple. Il est vraisemblablement de formation métasomatique.

Il se trouve en cristaux ou le plus souvent en masses spathiques, lamelleuses, d'une couleur variant du jaune blond au brun foncé, suivant son degré de conservation. Son éclat est vitreux, à double réfraction. Sa densité varie de 3,4 à 3,6.

Les cristaux sont des rhomboèdres affectant le plus souvent la forme lenticulaire, souvent crêtée, comme dans les échantillons provenant des gisements de zinc de Tuyen-Quang et Thai-Nguyen où ils ont été formés par changement métasomatique des calcaires formant la roche encaissante. On trouve même de nombreux passages du carbonate de chaux au carbonate ferreux.

Au point de vue chimique, cette sidérite contient, en dehors du carbonate de fer, 1 à 2 0/0 d'oxyde de manganèse, et des traces de chaux et de magnésie. Dans les gisements de fer de la région de Thai-Nguyen, on trouve associé à des blocs d'hématite, un peu de fer carbonaté spathique blond, translucide, pur, ne renfermant qu'un peu de manganèse et donnant de beaux clivages, dont l'angle plan du sommet égale $103^{\circ},8$ et pp $107^{\circ},2$.

Pyrite, (FeS^2), Pyrite jaune, (Fer 46,6 0/0). La pyrite se trouve soit en enduits, soit en traînées, soit en masses compactes ou grenues, soit en cristaux le plus souvent cubiques.

En dendrites, en enduits, en masses informes, on la rencontre dans les filons quartzeux, dans les régions de Lao-Kay, de Bac-Kan, de Bac-Giang, d'An-Chau, de la Rivière Noire, dans les gîtes métallifères de galène (Ngan-Son) de blende, (Nguyen-Binh), de cuivre (Bac-Giang), etc...

Elle est jaune, quelquefois jaune rouge, bronzée, à fort éclat

métallique. Nous en avons essayé de nombreux échantillons pour la recherche de l'or et cela sans résultat. Nous avons trouvé quelques grammes d'argent à la tonne dans la pyrite, la gangue quartzeuse, de Lao-Kay et de Ngan-Son.

Nous n'en connaissons aucun gîte important utilisable.

En cristaux, elle est extrêmement fréquente dans toutes les régions et dans les roches les plus diverses ; les schistes nous ont fourni les plus intéressants. Nous n'avons jamais trouvé la pyrite cristallisée que sous deux formes : en cubes et en dodécaèdres pentagonaux, cette dernière forme très rare (Nguyen-Binh). La quantité de pyrites en petits cubes d'une régularité parfaite, que l'on trouve rassemblée dans les alluvions sur certains points, est remarquable. Ces pyrites proviennent de la désagrégation de schistes ou micaschistes. Une particularité à noter, c'est que dans un même point, toutes les pyrites sont approximativement de même dimension, l'arête du cube variant de quelques fractions de millimètres à 2 centimètres (Cho-Moï, Lao-Kay, An-Chau, Vinh-Yen). Beaucoup de ces pyrites ont les faces couvertes de fines stries parallèles et perpendiculaires aux stries des faces voisines (pyrite triglyphe). On trouve de fréquentes déformations, par exemple l'allongement suivant un axe ternaire, donnant une apparente symétrie rhomboédrique (Vinh-Yen). L'altération de ces pyrites est fréquente ; les faces deviennent brunes, ternes (altération hépatique) puis le minéral est parfois entièrement épigénisé en limonite (Vinh-Yen, An-Chau, etc...)

Marcasite, (FeS_2), Pyrite blanche, (Fer 46,6 0/0). Nous avons fréquemment trouvé ce sulfure associé à des minerais divers, mais toujours en petites masses cristallines, blanc jaunâtre, le plus souvent très altérées ou s'altérant très rapidement. A plu-

sieurs reprises, des indigènes nous ont montré des masses mamelonnées, des boules à structure rayonnée de marcasite, sans vouloir nous en indiquer la provenance exacte.

Pyrrhotite, ($\text{Fe}^{11}\text{S}^{12}$), *Pyrite magnétique*, ($\text{Fer } 60,8 \text{ à } 61,60/0$). Nous avons recueilli deux échantillons de ce minéral en masses légèrement lamellaires, jaune de bronze, très légèrement magnétique, associées à du quartz laiteux dans les diabases du nord de That-Khé.

Mispickel, ($\text{FeS}_2 \text{ FeAs}$), *Pyrite arsenicale* ($\text{Fer } 34,3$. Arsenic 46 0/0). Bien que ce minéral existe dans plusieurs minerais métalliques (An-Chau, Bac-Giang), nous ne le signalerons nettement distinctif qu'en trois endroits :

Dans un filon quartzeux du Nord de Bac-Kan ; dans un filon métallifère très complexe à gangue quartzeuse au pied du Pia-Ouac (gîte Ganymède) ; dans un micaschiste de la Rivière Noire.

Ce mispickel se présente en masses lamellaires épaisses, à clivages nets, à cassure très inégale, d'une dureté de 5 à 6, d'une densité égale à 6,1. Sa couleur est le gris clair, l'éclat est métallique avec quelques pâles reflets jaune verdâtre.

Dans le premier gisement, il est associé à un peu de sulfure de cuivre, dans le second, à de la blende, de la galène, de la pyrite, de la chalcopyrite, dans le troisième, à de la pyrite et du quartz.

Dans le second gîte, il est aurifère ; c'est lui qui semble fournir la petite quantité de métal précieux que donne la coupellation du minerai complexe, dont nous parlons au paragraphe du zinc.

M. Hubert le signale en outre dans le greisen du gîte stannifère de Tinh-Tuc, formant des traînées microscopiques.

(*Vivianite*), $\text{Fe}^3\text{P}^2\text{O}^8 + 8\text{H}^2\text{O}$), Fer phosphaté, (Fer, 30,40 0/0).

Nous avons trouvé ce fer phosphaté dans les déblais des fondations d'une des piles du pont Doumer à Hanoï, sur le Fleuve Rouge. Il forme de petites masses terreuses, tendres, bleu indigo, au milieu d'une argile grise, assez riche en débris organiques. Il est de formation toute récente.

Strengite, $(\text{FePO}^4 + 2\text{H}^2\text{O})$, Phosphate hydraté de fer, (Fer 29,90 0/0). Ce minéral extrêmement rare a été trouvé par M. A. Lacroix, dans un échantillon de psilomélane faisant partie de notre collection et provenant de Niem-Son.

Il se présente en très petits mamelons rosé carmin, à structure fibreuse. L'examen microscopique, en lumière polarisée parallèle, donne une extinction longitudinale, avec allongement suivant *ng*, et son maximum de pléochroïsme suivant cette direction, ainsi que toutes les propriétés habituelles de ce minéral.

Gîtes de fer.

La plus grande partie du Tonkin étant formée de terrains anciens métamorphiques, il est tout naturel, d'après la théorie de formation de ces gisements, d'y rencontrer une forte proportion de magnétite. C'est, de fait, de beaucoup le minéral principal. L'hématite l'accompagne dans certains gisements et se trouve rarement seule, si ce n'est en gisements secondaires.

Nous diviserons l'examen de ces gîtes, au point de vue minéralogique et chimique, en trois groupes :

Groupe du bassin du Fleuve Rouge,

Groupe du bassin du Song-Cau,

Groupe du bassin du Song-Bang-Giang, affluent du Tsé-Kiang.

Groupe du bassin du Fleuve Rouge. — On a vu que le bassin du Fleuve Rouge est principalement formé de terrains métamorphiques gneiss, micaschistes, pyroxénites, amphibolites et les quelques gisements de fer constitués exclusivement de magnétite et d'hématite paraissent épigénétiques et formés par métamorphisme de contact.

Gîte de Ba-Xat (Ban-Vuoc), au Nord de Lao-Kay sur la rive droite du Fleuve Rouge. — Ce gîte est constitué par de la magnétite. C'est le plus important du bassin ; il est formé de lentilles interstratifiées au milieu du terrain primitif, dont la partie superficielle est noyée dans une argile ocreuse rouge très abondante. Il paraît très étendu, car toute la région qui s'étend entre la frontière et Lao-Kay est très riche en fer. M. Monod a publié, en 1900, une notice sur ce gisement, dans laquelle il donne la description de celui-ci et examine la possibilité d'employer le minerai au fonctionnement d'une usine sidérurgique.

Dans les sables du Long-Po, petit affluent frontière, nous avons trouvé des poches remplies de cristaux de magnétite, mélangée d'un peu d'ilménite. A l'Ouest de Tring-Tuong, se trouvent des blocs de magnétite titanifère. A Tahoti, l'ilménite est fréquente ; puis, toujours plus au Sud, sur Ba-Xat, où, en 1904, le Service des Mines, exécutant quelques recherches, y a reconnu l'amas le plus important du gîte, près de Ban-Vuoc.

En continuant sur Lao-Kay, on trouve de l'hématite rouge, en assez grande quantité ; mais celle-ci semble être d'origine secondaire et provenir de l'altération du gîte précédent.

La magnétite de cette région est grenue, noire, à éclat métallique, quelquefois mélangée à une petite proportion d'hématite. Elle est très pure ; l'analyse d'une prise d'essai sur trois échantillons nous a donné :

	Grammes
Fer oxydulé	87,35
Fer peroxydé	1,60
Oxyde de manganèse	traces
Acide titanique	0,55
Silice.	0,95
Alumine.	6,30
Chaux	»
Soufre	traces
Acide phosphorique	0,007
Perte au feu	3,40
Teneur en fer métal	64 37 ⁰ / ₁₀

Quelques échantillons d'hématite, recueillis entre Co-Kléou et Tring-Tuong, nous ont donné une moyenne de

	Grammes
Peroxyde de fer.	75,25 ⁰ / ₁₀
soit	52,65 de fer métal

A Lao-Kay même, on trouve de l'hématite brune à 42 0/0.

Gîte de Pho-Lu. — En descendant la vallée, à une trentaine de kilomètres de Lao-Kay, on rencontre un gîte de magnétite dans les schistes cristallins. Ce minerai est d'un grain moins serré que le précédent, il paraît plus caverneux et donne une poussière moins noire ; il est légèrement magnétipolaire. L'analyse donne en pourcentage :

	Grammes
Oxydule magnétique.	98,45
Oxyde de manganèse	0,75
soit	71,35 de fer métal

Gîte de Ca-Vinh, au Sud-Ouest de Yen-Bay, Province de Yen-Bay. — C'est un gisement de magnétite interstratifié dans le gneiss (Notice des Mines) où le minerai se présente comme celui de Ba-Xat, en masses finement grenues.

L'analyse nous a donné un mélange d'oxydule magnétique et

d'hématite avec de simples traces d'éléments étrangers. La teneur en fer métal est de 57,25 0/0.

Gîte de Tay-Ha, au Nord de Viétri, Province de Hong-Hoa.— L'hématite paraît former la masse du gisement, associée à une forte proportion de limonite. Cette hématite forme des masses compactes brunes ou rouges, d'une teneur en fer très variable. Ce gîte se trouve au commencement du Delta, environné de latérites très puissantes dans cette région, de sorte qu'il pourrait éventuellement être considéré comme en grande partie de formation secondaire.

Un bel échantillon d'hématite fibreuse nous a donné 65,45 0/0 de fer métal avec 0,055 milligrammes de phosphore.

Gîtes de Deo-An et de Kéo-Taf, Province de Bae-Kan. — La notice du Service des Mines signale ces deux gisements, voisins l'un de l'autre, comme formés de minerais, inclus dans des terrains anciens métamorphiques avec une teneur de 54,3 0/0 de fer métal. Nous n'avons pas étudié d'échantillons de cette région.

Groupe du Bassin du Song-Cau.— Les importants gisements de fer de ce bassin se trouvent concentrés dans la région de Thaï-Nguyen. Au Nord de cette ville, nous avons les gîtes de Dong-Du, Long-Chao, Giang-Tien, à l'Est, ceux de Monakhon, de Mona-Luong, de Molinham, à l'Ouest ceux de Ky-Phu, Cu-Van, disposés de chaque côté du Song-Cau.

Ils sont constitués principalement par de la magnétite, associée à de l'hématite et de la limonite, et, ce qui les distingue des gisements des autres régions, c'est qu'ils sont souvent mangésifères. Ils semblent inclus soit en amas, soit en filons dans les terrains anciens ou à la limite de ces terrains primaires et des terrains secondaires. Cette région, suivant la carte géologique tracée par M. l'Ingénieur Lantenois, se trouve dans le grès

rouge rhétien qui va s'étendre, à quelques kilomètres de là, transgressivement, au Nord, sur le terrain silurien et dévonien non métamorphisé et à l'Ouest, sur les schistes cristallins.

Gîte de Cu-Van, Province de Thaï-Nguyen. — Il est surtout formé d'hématite brune compacte, et d'hématite grenue noire, à éclat métallique, noyée dans de l'hématite rouge. La magnétite s'y trouve également mélangée en grains très fins. Ce gîte paraît important et a été exploité pendant de longues années par les Chinois.

L'analyse d'un échantillon moyen a donné :

	Grammes
Fer oxydulé	26,15
Fer peroxydé	68,40
Oxyde salin de manganèse	1,85
Silice.	1,75
Alumine.	0,90
Chaux.	traces
Soufre	traces
Acide phosphorique	0,019
Perte au feu	0,80
Teneur en fer métal	66,85

Gîtes de Long-Chao, Giang-Tien, Bao-Nang, Province de Thaï-Nguyen. — Ces gîtes sont voisins et, sans doute, de formation semblable. Ils sont constitués par de la magnétite grenue, très noire, agissant fortement sur l'aiguille aimantée. Celle de Bao-Nang est énergiquement magnétipolaire.

Analyse de la magnétite de Long-Chao :

	Grammes
Fer oxydulé	95,77
Oxyde salin de manganèse	1,15
Silice.	0,90
Alumine.	0,60
Chaux	traces
Acide sulfurique.	»
Acide phosphorique	»
Perte au feu	0,65
Teneur en fer métal	69,40 %

La magnétite de Bao-Nang, d'une aussi grande pureté, donne 98,80 d'oxydure avec 0,35 d'oxyde de manganèse, soit 71,60 de fer métal.

Gîte de Mona-Khon, Province de Thaï-Nguyen. — Ce gîte paraît être le plus important et le plus intéressant de la région. Il est formé des trois oxydes : magnétite, hématite et limonite ; ces deux dernières espèces assez souvent manganésifères. La limonite, en certains points, arrive à constituer un minerai de ferromanganèse. Le minerai est très pur, ne renfermant que des traces de soufre, et quelques milligrammes de phosphore, variables avec les échantillons.

L'hématite nous a donné à l'analyse 99,30 0/0 de peroxyde de fer, représentant 69,50 de fer métal. La proportion d'oxyde de manganèse a varié sur trois échantillons de 0 gr. 20 à 5 gr. 30. Quant à la limonite, nous y avons trouvé jusqu'à 7 gr. 40 0 0 de manganèse métal. Ce manganèse paraît très irrégulièrement distribué et s'isole souvent dans de petites concrétions au milieu du minerai.

Gîte de Molinham, Province de Thaï-Nguyen. — Ce gîte, comme le précédent, est formé des trois oxydes qui sont légèrement manganésifères.

Un échantillon de magnétite nous a donné 70,65 0/0 de fer métal ; un échantillon d'hématite 65,40 0/0 avec 2,25 0/0 d'oxyde de manganèse ; un échantillon de limonite, telle que nous l'avons décrite ci-dessus, (type Rancié), 55,70 de fer avec 1,45 0/0 d'oxyde de manganèse. La proportion de phosphore varie de 0 gr. 02 à 0 gr. 14.

En dehors de ces gisements, on trouve dans le Delta, dans les provinces de Haï-Duong et de Quang-Yen, d'importantes masses de minerai, de formation secondaire (Dong-Trieu, île

des Deux-Songs, Luc-Nam, Hongay), assez riches en fer, d'une pureté égale et même supérieure à bien des minerais exploités à l'heure actuelle dans différents pays, dont la situation, au voisinage de gîtes de manganèse et de charbon et de voies fluviales importantes, peut leur donner, un jour, un avantage économique sur de nombreux gisements plus riches, mais situés dans des régions, qui les rendent inexploitable pour de longues années.

Des prises d'essais prélevées sur de nombreux échantillons ont donné à l'analyse :

Minéral de Dong-Trieu :

	Grammes
Peroxyde de fer	82,35
Oxyde de manganèse.	3,30
Acide sulfurique	0,22
Acide phosphorique	0,03
Fer métal.	57,65 %

Minéral de l'île des Deux-Songs :

	Grammes
Peroxyde de fer	60,90
Oxyde de manganèse.	0,85
Acide sulfurique	1,40
Acide phosphorique	0,11
Fer métal.	42,60 %

Minéral de Hongay :

	Grammes
Peroxyde de fer	71,90
Oxyde de manganèse.	traces
Acide sulfurique	0,04
Acide phosphorique	0,03
Fer métal.	50,35 %

Groupe du bassin du Song-Bang-Giang. — Les minerais de fer de cette région paraissent épigénétiques dans des calcaires métamorphiques. Les deux principaux gisements, dont le pre-

mier est le plus intéressant, sont ceux de Mo-Xat et de Cao-Bang.

Gîte de Mo-Xat, à l'Ouest de Cao-Bang, Territoire de Cao-Bang. — Il est essentiellement formé de magnétite, dont nous avons déjà parlé des formes cristallines. Celle-ci est grenue, très noire et très pure, mais dans un pays difficilement accessible. L'analyse donne :

	Grammes
Fer oxydulé	91,21
Oxyde de manganèse	0,45
Acide sulfurique	»
Acide phosphorique	0,012
Teneur en fer métal	66,10 %

Ce minerai est de premier ordre. Il est employé depuis longtemps par les indigènes pour la fabrication de nombreux outils qui jouissent d'une grande réputation dans la région.

Gîte de Cao-Bang, Territoire de Cao-Bang. — On y trouve l'hématite filonienne, compacte, brune et rouge, et l'hématite micacée en lits, mélangée d'argile schisteuse, au milieu des calcaires gris. C'est là que nous avons trouvé les plus beaux échantillons de limonite concrétionnée ou terreuse. C'est un bon minerai. Un échantillon d'hématite brune nous a donné à l'analyse :

	Grammes
Peroxyde de fer	88,16
Oxyde de manganèse	1,10
Silice	5,60
Alumine	3,20
Chaux	0,45
Acide sulfurique	0,12
Acide phosphorique	0,015
Eau et acide carbonique	1,30
Teneur en fer métal	61,70 %

Nous mentionnerons encore quelques indices de minerai de fer, dans la vallée du Song-Ki-Kong, qui va rejoindre le Song-Bang-Giang. C'est aux environs de Lang-Son, sur Dong-Dang, que nous avons trouvé les plus beaux spécimens d'hématite spéculaire, au milieu des calcaires métamorphiques.

Ajoutons, à la région de Cao-Bang, la magnétite alluvionnaire, soit en galets, soit en sables, que l'on rencontre en assez grande quantité dans tous les gisements stannifères (Bac-Giaï, Tinh-Tuc, etc...), mélangée au wolfram et à la cassitérite.

Nous terminerons l'examen de ces gîtes en signalant des formations latéritiques très abondantes au Tonkin, phénomène ordinaire à tous les pays tropicaux (Congo, Madagascar, Guyane, etc.).

Des travaux récents ont montré que, dans un très grand nombre de cas, la *latérite* est essentiellement constituée par de l'hydrate d'alumine (hydrargilite) et des hydrates de fer (turgite, goëthite et limonite).

Elle provient de la décomposition des roches, telles que les granites, diabases, gabbros, gneiss, etc., sous l'action des agents atmosphériques, si puissants sous les tropiques. Cette roche (appelée Bien-Hoa en Indochine, du nom d'une localité où elle se trouve en abondance), se rencontre surtout au commencement du Delta, dans les régions de Phu-To, de Sontay, de Hanoï, etc.

Elle se présente en masses terreuses, jaune rougeâtre, parsemées de petites concrétions brunes, ferrugineuses et quelquefois de petits nodules manganésifères et en masses cariées à réseau assez dur, rougeâtre, dont les cavités sont remplies d'une matière argileuse jaune, pulvérulente, très siliceuse.

Nous donnons ci-dessous deux analyses de latérite provenant de régions différentes.

Latérite de la route de Hoa-Binh, pres du village de Xuan-Maï.

	Grammes
Eau	17,75
Silice.	34,56
Alumine.	9,15
Peroxyde de fer.	47,40
Oxyde salin de manganèse	1,15
Phosphore	0,04

Latérite de la région de Phu-To :

	Grammes
Eau	12,70
Silice.	42,50
Alumine	6,45
Peroxyde de fer.	38,25
Oxyde salin de manganèse	0,20
Phosphore	0,07

Ces analyses font ressortir la haute teneur en fer de ces formations qui, lorsqu'elles ne sont pas trop alumineuses, sont exploitées par les indigènes comme minerai de fer dans les pays où les gisements de ce métal font défaut.

Au Tonkin, la proximité de grosses masses de minerai d'une grande pureté fait, de cette roche, un produit sans valeur. On s'en sert simplement à l'empierrement des routes dans les provinces où on la rencontre.

Manganèse.

Le manganèse est représenté par divers minerais qui, à l'état d'oxydes, le plus souvent mélangés les uns aux autres en di-

verses proportions, se trouvent toujours associés aux oxydes de fer. Néanmoins, dans certains gisements, comme à Niem-Son, on rencontre en très petite quantité des oxydes, tels que la manganite, la pyrolusite et la psilomélane qui constituent des minéraux bien définis.

La manganite, ($\text{MnO}(\text{OH})$) (Manganèse 62,40 0/0) se trouve accessoirement en petits cristaux prismatiques rhombiques, très nets, dans certaines cavités du minerai de Niem-Son. Ceux-ci atteignent 4 à 5 millimètres, sont cannelés, riches en facettes, aplatis suivant h^1 , présentant h^3 , ils sont très clivables, le plus souvent terminés par une large base striée ou quelquefois par un orthodome, souvent groupés en petits faisceaux gris d'acier, extrêmement brillants. Ils sont très fragiles ; leur poussière est brune. Leur densité est de 4,34.

La pyrolusite, (variété de polianite, MnO^2), bioxyde de manganèse, produit de déshydratation de la manganite (oxyde de manganèse MnO , 78 à 79 0/0) forme des masses fibreuses, aciculaires, à fort éclat métallique, tendres, d'une densité de 4,8 (Tra-Linh) ou des masses amorphes terreuses, noires, sans grande consistance. Le plus souvent, elle est mélangée à la psilomélane (Niem-Son) au milieu de laquelle elle se présente, en certains endroits, en petits amas fibro-radiés.

La psilomélane, (H^2MnO^3), (Rapports variables de MnO^2 et MnO) qui forme le principal élément du minerai manganésifère, est généralement au Tonkin en masses compactes, ternes, noir bleuâtre, d'une densité moyenne de 4,22 et d'une dureté égale ou voisine de 6, ce qui la distingue franchement de la pyrolusite. On la trouve aussi en très belles masses botryoïdes et mamelonnées. Elle n'est pas, ou est très peu barytifère.

Gîtes de manganèse.

Ces minerais de manganèse forment des amas irréguliers sans direction bien définies, des poches ou des veines, placées soit dans le sens de la stratification, soit transversalement, au milieu de quartz filonien ou de grès siliceux très clairs, paraissant former séparation entre les terrains anciens et les terrains secondaires. Ils renferment toujours du fer.

Gîte de Niem-Son, Province de Phu-Lien. — Le minerai principal est la psilomélane, associée à de l'hématite et à beaucoup de limonite.

Ce minerai est cobaltifère.

Il forme des masses compactes ou cavernueuses, spongieuses, dans lesquelles la psilomélane est très inégalement répartie, mélangée à des parties gréseuses.

Une prise moyenne d'échantillons faite sur plusieurs blocs nous a donné :

	Grammes
Eau	1,40
Silice.	4,55
Peroxyde de fer	39,35
Oxyde salin de manganèse	52,50
Baryte	traces
Oxyde de Cobalt	0,20
Acide sulfurique.	traces
Acide phosphorique	0,09

soit

Manganèse métal	37,80 %
Fer métal	27,55

Un échantillon choisi de psilomélane mamelonnée a donné avec des traces de phosphore, de cobalt et de baryte :

Oxyde salin de manganèse.	69,70 %
Peroxyde de fer.	3,95 »

soit

Manganèse métal	50,20 %
Fer métal	2,75 »

C'est le gisement le plus important.

Gîte de Phu-Lien, Province de Phu-Lien. — Ce gîte offre peu d'intérêt. Le minerai s'y trouve dans les mêmes conditions que dans le gîte précédent. De petites veines d'un mélange compact et très noir d'oxydes, séparés par des couches de silice pulvérulente ou gréseuse, blanche, offrant l'aspect d'une formation sédimentaire. La limonite y est très abondante.

Gîte de Dong-Giang, Province de Quang-Yen, au fond du Port Courbet. — Le minerai est de la psilomélane, noire, mate, empâtée dans une masse blanchâtre, silico-argileuse, probablement de formation semblable aux précédentes. L'analyse donne :

	Grammes
Oxyde salin de manganèse	67,10
Peroxyde de fer	2,70
Acide phosphorique	0,16

soit

Manganèse métal	48,25 %
Fer métal	1,90 »

Nous avons vu que le gisement de fer de Mona-Khon renfermait des hématites et des limonites manganésifères. La proportion maxima d'oxyde de manganèse que nous y avons trouvée, en choisissant le minerai le plus typique, est 17 gr. 20 0/0.

En dehors de ces gîtes, il existe un certain nombre d'indices manganésifères répandus un peu sur tout le territoire (Cao-

Bang, Thaï-Nguyen) de même que les nodules manganésifères, noyés dans des sédiments divers, sont fréquents (Lang-Son, Ile des Deux-Songs).

Cobalt.

Nous avons signalé la présence du cobalt en très petite quantité dans la psilomélane de la région de Niem-Son. Dans la même région, sur Phi-Liet, près de Yen-Luu, province de Haï-Duong, se trouve de l'*asbolite* en veinules dans une argile grise, fréquemment colorée en rose. L'analyse des parties les plus minéralisées nous a donné, en pourcentage, 47 gr. 30 d'oxyde de manganèse et 2 gr. 10 d'oxyde de cobalt, mélangé de traces de nickel. Cette asbolite se rapproche de celle que l'on exploite à la Nouvelle-Calédonie, mais elle est plus pauvre.

Nickel.

En dehors des traces de nickel dont nous venons de parler dans l'*asbolite*, il existe à Vu-Hoaï, province de Quang-Yen, une serpentine noire contenant des enduits vert pomme de nickel hydrosilicaté, constituant la *pimélite*.

Uranium.

Uranite ou autunite, $(Ca (UO^2) P^2O^8 + 8H^2O)$, (oxyde d'uranium 62,7 0/0). Elle se rencontre en petites veinules dans une granulite à mica blanc de la région de Cao-Son, secteur de Nguyen-Binh, territoire de Cao-Bang, au voisinage des gisements stannifères de cette région.

Elle se présente en amas de petits cristaux rhombiques, d'apparence quadratique, lamellaires, translucides, accolés les uns aux autres suivant la face *p*, qui est très nacrée et implantés perpendiculairement à la gangue. Elle forme des croûtes d'un beau vert très lumineux. En certains endroits du gîte, ces croûtes cristallines sont vert jaunâtre et quelquefois complètement jaunes. Cette variation de teinte semblerait provenir de la différence d'épaisseur des cristaux.

M. A. Lacroix rapproche cette autunite de celle de Saint-Symphorien de Marmagne, près d'Autun.

L'analyse du minéral tonkinois, faite sur des amas de cristaux verts, nous a donné comme composition centésimale :

	Grammes
Acide phosphorique	14,40
Oxyde d'urane.	57,85
Chaux.	5,66
Eau	21,85

Le minéral, que nous avons analysé à différentes reprises, donne une moyenne de 39 à 51 0/0 d'oxyde d'urane.

M. Debierne, Chef de laboratoire de M^{me} Curie, à la Faculté des Sciences, a bien voulu nous exposer les essais faits sur ce minéral au point de vue de sa radioactivité.

« Il ne présente rien de particulier et renferme une quantité
« de radium sensiblement égale à celle de l'autunite française. »

Nous signalerons également de petites paillettes d'autunite, jaune verdâtre, de forme rectangulaire, optiquement uniaxe et négative, à clivages parfaits suivant p ; elles sont accolées, suivant cette face, sur une pegmatite, riche en grenats almandins, située sur la rive gauche du Nam-Ty, à quelques kilomètres de Lao-Kay.

Tungstène.

Le tungstène, métal dont la métallurgie actuelle a grand besoin, est représenté par son minerai le plus commun.

Le wolfram, $(\text{MnFe}) \text{WO}_4$, Tungstate de manganèse et de fer (Tungstène 60,60 0/0), existe dans l'Ouest de Cao-Bang, sur les versants et autour de la montagne granitique du Pia-Ouac, en place dans des filons de quartz, qui parcourent cette montagne ou en alluvions, mélangé à la cassitérite et à la magnétite dans des proportions très variables.

Le wolfram forme des masses noires, brillantes, avec des taches brun rougeâtre : elles sont fortement lamelleuses, emprisonnées dans un quartz blanc jaunâtre ou rougeâtre à éclat fréquemment résineux. On ne le trouve que très rarement en cristaux délinis ; quelques rares morceaux bien homogènes, d'un beau noir très brillant, montrent de grands clivages.

L'examen de nombreux échantillons nous a permis de constater, que les vagues indices de formes cristallines se rapportent à celles connues dans les cristaux de grande taille souvent

allongés suivant l'axe vertical, aplatis suivant h^1 avec des clivages suivant g^1 .

On l'extrait, en même temps que la cassitérite, de certaines alluvions de la région de Nguyen-Binh ; à Tinh-Tuc, où les alluvions stannifères n'en contiennent pas, on l'exploite en place par galeries dans des filons quartzeux.

On a en outre repris, pour en retirer le tungstène, les anciennes haldes provenant de la métallurgie primitive des anciens exploitants chinois, qui recherchaient seulement l'étain dans les alluvions, dont le wolfram rendait la métallurgie très difficile. L'exploitation ayant été très active, ces haldes existent en assez grande quantité et sont expédiées, sans traitement, en Europe.

Leur dosage nous a donné une teneur variant entre 30 et 35 0/0 de tungstène et 5 à 10 0/0 d'étain.

L'analyse, faite sur des échantillons moyens de wolfram, donne comme composition du minerai, le mieux possible débarrassé de sa gangue.

	Grammes
Acide tungstique.	72,20
Protoxyde de manganèse.	14,55
Protoxyde de fer	11,90
Gangue	1,25

soit

Tungstène métal.	57,25 0/0
--------------------------	-----------

M. le Capitaine Nicolardot, Chef de laboratoire à la section technique de l'Artillerie, à Paris, nous a dit avoir trouvé des traces de tantale et de colombium dans ce wolfram ; et nous a signalé un échantillon de ce minerai qu'on lui a remis comme provenant du Tonkin, sans lieu exact de gisement, et contenant 3 gr. 35 0/0 de ces deux métaux rares.

Molybdène.

Ce métal, que l'industrie métallurgique commence à demander avec insistance, est représenté au Tonkin par son sulfure.

La molybdénite, (MoS_2), (Molybdène 60 0/0) n'a jusqu'à présent été trouvée qu'en très faible quantité dans une granulite des environs de Tinh-Tuc, à l'Ouest de Cao-Bang, au milieu des gisements stannifères. Elle se présente en petites lamelles d'une finesse extrême, très tendre, gris clair, laissant une trace verdâtre sur la porcelaine. La petite quantité, dont nous disposons, ne nous a pas permis d'essayer sa pureté.

Titane.

A ce corps, nous rattacherons deux minéraux :

Le rutile et l'ilménite.

Le rutile, (TiO_2), Titane oxydé (Titane 60 0/0) est assez commun ; nous l'avons trouvé dans les schistes cristallins et les formations filoniennes.

Dans les schistes cristallins, on le rencontre, associé à l'ilménite, dans le plateau qui s'étend sur la rive droite du Fleuve Rouge, à l'Ouest de Trinh-Tuong, sur Tahoti et sur Ba-Xat.

Les cristaux, rarement entiers, sont allongés, cannelés. Des fragments de gros cristaux, mesurant 2 à 3 centimètres en tous sens, venant de Tahoti, nous ont permis de reconnaître des clivages quadratiques suivant m et h^1 . La dureté est voisine de 6,

la densité est de 4,23. La couleur est le brun rouge, l'éclat est adamantin, rutilant. Nous avons vu certains cristaux tonkinois atteignant la grosseur d'un œuf.

Dans les formations filoniennes, nous l'avons souvent trouvé dans différents quartz cariés, en petites aiguilles ou en très petits cristaux mal définis.

Les alluvions du Fleuve Rouge et de la Rivière Noire en renferment de nombreux fragments faciles à séparer par les liqueurs denses.

Nous en avons observé dans la masse cristalline de certains grenats de ces alluvions.

L'*ilménite*, (FeTiO_3), Fer titané, (Titane 31,6, fer, 36,8 0/0), existe dans la même région du haut Fleuve Rouge où l'on rencontre le rutil et ce sont des cristaux qui proviennent également de Tahiti, qui nous servent à décrire ce minéral.

On le trouve dans les gneiss riches en magnétite. Il est formé aux dépens du rutil, comme le prouve un de nos échantillons épigénisé, dont l'extérieur, noir, est constitué par de l'ilménite et le milieu, brun rougeâtre, par le rutil. Ces cristaux sont aplatis suivant la base parallèlement à laquelle se trouvent des plans de séparation, leur éclat est métallique, brillant. Ils sont arrondis, ce qui ne permet pas de déterminer leurs vagues indices de formes. La densité est de 4,51. Quoique durs, ils sont assez fragiles. La cassure est conchoïdale, résineuse.

Ils sont légèrement magnétiques et par conséquent impurs.

Nous signalerons également la présence de l'ilménite dans certains sables fins du Haut Fleuve Rouge et surtout du petit affluent, le Long-Po, où elle se trouve associée à la magnétite et dans un arroyo se jetant dans le Song-Cau, au Sud de Thai-Nguyen.

Zirconium.

Zircon, (ZrSiO_3), (Zircone 67,20/0). Dans les alluvions sableuses du Fleuve Rouge recueillies au Tac Haï, près de Traï-Hutt, nous avons trouvé, en les traitant par les liqueurs denses (tétrabromure d'acétyle), quelques petits cristaux de zircon assez transparents, roses et oranges, très réfringents, de forme nettement quadratique, de dureté égale à 7,5, mélangés à du disthène, du grenat, du rutile et de la magnétite. Ces zircons proviennent de la désagrégation des roches granitiques.

M. A. Lacroix, à qui nous en avons envoyés, il y a quelques années, les a mesurées et décrits dans son ouvrage sur la *Minéralogie de la France et des Colonies*.

Ils appartiennent aux types caractérisés par l'allongement, suivant l'axe vertical. Ils sont terminés par un pointement très aigu, dû au grand développement de la face a_3 . Ce sont de petits cristaux très limpides, incolores ou rosés.

Nous avons en outre rencontré des zircons dans les alluvions stannifères de la région de Nguyen-Binh, dans les latérites des provinces du Haut Delta, dans plusieurs argiles des provinces de Phu-Lien et de Haï-Duong. Ces zircons, toujours reconnaissables à leur grande densité, à leur énergique réfringence et à leurs formes toujours assez nettes, sont semblables à ceux des alluvions contemporaines, dont nous venons de parler.

Etain.

L'analyse chimique a décelé l'étain dans le minerai zincifère de Phong-To, formé de blende avec petites lentilles de cuivre

gris et dans le minerai complexe du gîte « Ganymède » au Sud du Pia-Ouac. Du reste, comme nous le verrons tout à l'heure, ce gîte renferme, en dehors de ce minerai et du mispickel, dont nous avons parlé, de la cassitérite et du wolfran en alluvions.

La *cassitérite*, (SnO_2), Bioxyde d'Étain (étain 78,6 0/0), est le seul minerai d'où l'on extrait l'étain depuis de nombreuses années ; exploitation faite autrefois par les Chinois et actuellement par quelques sociétés européennes.

Il est extrêmement rare de rencontrer de la cassitérite en place dans sa gangue et offrant ainsi des cristaux bien définis. Nous devons à M. Brard un bel échantillon, provenant de Tinh-Tuc, qui nous a permis d'étudier la cristallographie de ce minéral.

Les cristaux sont engagés dans une granulite en voie de décomposition. Ils sont assez gros, quelques faces atteignant 5 à 6 millimètres de côté, brun jaunâtre ou rougeâtre à zones de différentes nuances, à fort éclat adamantin, souvent translucides. Ces cristaux quadratiques présentent les faces prismatiques cannelées ; ils sont allongés suivant l'axe vertical. Les sommets des cristaux sont constitués par les faces $b^{1/2}$ souvent associées à de petites facettes a^1 inégalement développées. Les faces de la zone verticale sont m et h^1 . Les cristaux sont parfois aplatis suivant m et fréquemment maclés suivant a^1 .

Auprès de ces cristaux se trouve, formant enduit sur la granulite, de la cassitérite grenue, brune opaque, de dureté voisine de 6 et d'une densité égale à 7,14.

Ces cristaux de cassitérite se rapprochent beaucoup, par leur couleur et leur forme de ceux de la Villeder, en Roc Saint-André, dans le Morbihan.

Le minerai d'étain du Tonkin est donc essentiellement un mi-

nerai d'alluvion, rassemblé dans des sortes de cuvettes ; il doit son origine à la destruction de filons stannifères, dont, à l'heure actuelle, on ne connaît souvent pas l'emplacement ou qui ont disparu déjà depuis longtemps.

Dans les alluvions de Tinh-Tuc et des autres localités de la même région, on trouve la cassitérite en petits cristaux entiers ou brisés, bruns, déformés par le frottement. Une certaine proportion de cassitérite est incolore, très translucide et constitue une variété adamantine.

Ce minerai est très pur et cette pureté tient à ce que les sulfures, mispickel et autres, ont été détruits, transformés en sels et dissous par les eaux de ruissellement. Il est formé d'un mélange en proportions très variables de cassitérite, de wolfram, de magnétite, d'hématite, de rutile avec des traces d'or comme éléments métalliques, associés à du quartz hyalin ou laiteux, à un peu de zircon, de disthène, de tourmaline et à des débris de grosseurs variables de roches éruptives, telle que la granulite et le greisen, de roches métamorphiques et autres, telles que les micaschistes et les schistes argileux.

Nous avons parlé à leurs paragraphes respectifs de ces minéraux ; quant aux roches éruptives, M. Hubert en a fait une étude pétrographique, publiée en 1904 dans le *Bulletin du Muséum d'Histoire Naturelle*.

Ces gisements de cassitérite alluvionnaire mélangée de minéraux denses, sont analogues à tous les autres gisements où le phénomène des séparations par densité s'est produit, comme dans les gîtes de la Nouvelles Galles du Sud et dans ceux de Pé-rak, Bang-Ka, dans la presqu'île de Malacca ; ces derniers sont presque en tous points comparables à ceux qui nous occupent.

En résumé, les gîtes stannifères originels du Tonkin appartiennent au type normal. Ils se trouvent dans des greisens dérivant de la granulite. La plus grande partie des minéraux formant le cortège de l'étain, comme la fluorine, la tourmaline, le wolfram, l'uranite, la molybdénite, le mispickel, et la pyrite y ont été constatés ; on n'y a encore trouvé ni topaze, ni émeraude, comme on pourrait s'y attendre par analogie.

Occupons-nous maintenant de l'examen chimique de ce minéral, en citant les gisements les plus intéressants.

Gîtes d'Etain.

Gîte de Tinh-Tuc, secteur de Nguyen-Binh, Territoire de Cao-Bang. — Ce gîte, autrefois exploité par les Chinois, comme le témoignent d'anciens travaux importants, l'est aujourd'hui, par la Société Anonyme des Mines de Cao-Bang. Il se trouve sur le versant Nord du Pia-Ouac, encerclé par des calcaires. La cassitérite, à l'encontre des gisements voisins, n'est pas associée au wolfram. Les alluvions, ayant l'apparence d'un gravier terreux, mélangées d'un peu d'argile due à la décomposition de fragments des schistes argileux qu'elles contiennent, donnent, après lavage, une sorte de gros sable brun, constitué par des fragments de cassitérite cristalline roulée, mélangée de 2 à 3 0/0 de magnétite, facilement triable avec un aimant.

Un mètre cube d'alluvions en place donne une vingtaine de kilos de minéral lavé, d'où l'on peut retirer industriellement 4 à 5 kilos d'étain fin.

Voici, en pourcentage pondéral, le résultat d'une analyse effectuée sur l'alluvion lavée et préparée :

	Grammes
Bioxyde d'étain	71,50
Peroxyde de fer et alumine	8,60
Peroxyde de manganèse	0,40
Plomb	traces
Antimoine	traces
Insoluble	19,35

Ces alluvions contiennent 50 à 60 centigrammes d'or en paillettes, au mètre cube. L'examen microscopique nous a permis de rencontrer une seule fois une petite paillette d'or très mince et très déchiquetée.

L'étain fin obtenu est un métal très pur, renfermant seulement de 50 à 80 centigrammes 0/0 d'impuretés métalliques. Une analyse faite dans notre laboratoire nous a donné :

	Grammes
Etain	99,20
Plomb	0,25
Antimoine	0,40
Fer	0,40
Cuivre	traces

Gîte de Beausite, secteur de Nguyen-Binh, Territoire de Cao-Bang, à l'Ouest du Pia-Ouac. — Il fut anciennement exploité par les Chinois et l'est par des Européens, depuis 1902.

Le minerai se trouve dans des blocs de granulite. Il est trié et enrichi par lavage au moyen de sluices. Il est formé de cassitérite mélangée à une forte proportion de wolfram et à un peu de magnétite, ce qui en rend la métallurgie impraticable au Tonkin. C'est du reste ce qui en avait fait abandonner l'exploitation par les Asiatiques, qui ont laissé sur place une grande quantité de haldes, renfermant encore 5 à 10 0/0 d'étain avec 30 à 35 0/0 de tungstène, dont ils ignoraient la nature et l'emploi. Aujourd'hui, ces haldes et le minerai lui-même, convenablement enrichi, sont exportés directement.

Un dosage chimique du minerai a donné le mélange suivant :

	Grammes
Etain	47,80
Tungstène	11,30

De ce gîte peuvent se rapprocher, comme composition minéralogique, ceux de Binh-Duong, de Bac-Giaï, voisins les uns des autres.

Gîte de « Ganymède », secteur de Nguyen-Binh, Territoire de Cao-Bang, au Sud de Pia-Ouac. — Il est constitué, au point de vue de l'étain, d'alluvions de cassitérite et de wolfram comme les précédents. On trouve de l'étain dans le minerai complexe en place, dont nous avons parlé au paragraphe du zinc.

Gîte « Alexandre », secteur de Nguyen-Binh, territoire de Cao-Bang. — Nous citons ce gîte, car il diffère des précédents, en ce qu'il est formé d'un petit filon de cassitérite en place et surtout de wolfram dans une gangue quartzeuse au milieu des terrains métamorphiques,

Cuivre.

Les principaux minéraux représentant le cuivre du Tonkin sont : les sulfures, érubescite, chalcoppyrite, chalcosine ; les cuivres gris ; puis les hydrocarbonates, malachite, et azurite. Ajoutons accessoirement comme des raretés, le cuivre natif, la cuprite, la covelline.

Cuivre natif, (Cu). Il existe sur le versant Est du mont

Bavi, une serpentine vert très foncé, contenant de petites mouches microscopiques rouge métallique de cuivre natif, très probablement formé par un phénomène de cémentation, dans une région où les indices cuivreux sont très nombreux.

Cuprite, (Cu_2O), cuivre oxydulé (Cuivre 88, 80/0). On trouve ce minéral en petites masses gris d'acier, à poussière rouge, associé à de la malachite, de la chessylite et de la limonite dans des schistes argileux de la région Nord d'An-Chau.

Chalcosine, (Cu_2S), cuivre sulfuré (Cuivre 79,8 0/0). Ce sulfure se rencontre dans les gisements de cuivre de la Rivière Noire, seul dans des quartz filoniens en mouches ou en petites veinules, ou associé à de l'érubescite. Cette chalcosine est noire, mate, quelquefois vaguement irisée. Elle est amorphe, tendre. Elle contient un peu de fer et l'on trouve tous les passages de l'association de ce minéral avec l'érubescite, par une proportion de plus en plus forte de sulfure de fer.

Covellite, (CuS), (Cuivre 66,40 0/0). — Minéral rare, que nous avons trouvé en très petite quantité, sous forme de petites lames d'une minceur extrême, formant un enduit bleu indigo, à éclat métallique, sur quelques échantillons de chalcopyrite provenant des environs de Luc-Nam. Elle résulte de la décomposition de ce minéral.

Erubescite ou Phillipsite, ($3\text{Cu}_2\text{S}$, Fe^2S^3), cuivre panaché, (cuivre 50 à 70, fer 15 à 6,5 0/0). C'est le minéral de cuivre le plus important. On le trouve principalement dans le bassin de la Rivière Noire, en masses compactes, denses, brunes ; elle est fortement irisée dans les tons bleus et rouges, assez souvent mélangée, visiblement ou sans apparence extérieure, à de la chalcosine, ce qui donne au minéral une composition variable ; elle est presque toujours associée à de la chalcopyrite. Par altéra-

tion, on la voit dans les parties exposées à l'air ou à l'eau, transformée en malachite. Elle est soit en veines, soit en mouches, dans le quartz ou dans le cuivre gris. Sa densité moyenne est égale à 5,15 ; elle est assez fragile.

Chalcopyrite, ($\text{Cu}^2\text{SFe}^2\text{S}^3$), cuivre pyriteux (Cuivre 34,5, fer 30,5 0/0). Ce sulfure de cuivre et de fer est commun et se trouve dans quelques roches et dans un grand nombre de gisements métallifères. En dehors des gîtes cuprifères, on le trouve associé à de la galène (Bac-Kan), à de la blende (Lang-Chea), à de la pyrite (schistes nombreux). Nous ne l'avons jamais observé en cristaux définis. La chalcopyrite forme des masses métalliques, jaunes, rougeâtres, bronzées, très souvent irisées en rouge ou en bleu, d'une dureté voisine de 4, et d'une densité moyenne de 4,36. Sa gangue ordinaire est le quartz.

Cuivres gris, (formule générale $4\text{RS} (\text{Sb}, \text{As})^2\text{S}^3$), — Sulfo-antimoniures et sulfo-arseniures de cuivre (Cuivre 15 à 53 0/0). Théoriquement, ces minéraux forment un groupe renfermant des types antimonifères, constituant la panabase et des types arsénifères, constituant la tennantite. Le plus souvent, au Tonkin, ces types sont confondus ; ils renferment de l'antimoine et de l'arsenic dans des rapports très variables. Néanmoins, en général, les cuivres gris tonkinois semblent se rapprocher davantage du premier type que du second.

Nous n'avons observé aucune cristallisation. Ces cuivres gris sont tous en masses amorphes, à cassure inégale ou grenue, assez fragiles, d'une dureté moyenne de 4 et d'une densité variable de 4,34 (Giao-Hiem) à 4,89 (Lang-Chea), en passant par 4,43. Leur couleur est le gris d'acier clair ou foncé ; leur éclat est métallique, donnant quelquefois de vagues irisations cuivreuses.

On les trouve associés à la blende, à la galène (Lang-Chea, Phong-To), à la sidérite (Giao-Hiem), dans des gangues quartzeuses. Ils sont toujours zincifères. Ils sont argentifères dans des proportions très variables s'élevant jusqu'à 2 kilos d'argent à la tonne et quelquefois aurifères.

Malachite, ($\text{H}^2\text{Cu}^2\text{CO}^4$), cuivre carbonaté basique (Cuivre 57,40 0/0). — La malachite est très répandue comme élément de formation secondaire, au voisinage des gîtes de cuivre (Bac-Giang, etc...) et comme minéral d'altération sur place de plusieurs sulfures et principalement de l'érubescite (Rivière Noire).

Elle forme de petites masses composées de cristaux monocliniques aciculaires, divergents, avec parfois de fines aiguilles libres, transparentes, d'un beau vert d'herbe ou vert émeraude, énergiquement bi-réfringentes. La malachite forme aussi des masses fibreuses, à éclat vif et soyeux, tapissant les fissures des minerais et des masses concrétionnées, mamelonnées, à texture concentrique, avec alternance de zones mates, dont la couleur varie du vert très foncé au vert clair. Quelquefois la malachite de forme terreuse, colore de grandes quantités d'argiles, sorte d'ocres vertes, comme dans la basse Rivière Noire ou dans la province de Bac-Giang. Elle est presque toujours associée à de l'azurite. A Giao-Hiem, à Bien-Dong, on la trouve recouverte de petits cristaux de pyromorphite, de formation postérieure.

Azurite ou Chessylite, ($2\text{CuCO}^3 \text{ Cu (OH)}^2$), cuivre carbonaté basique, (Cuivre 55,25 0/0). Elle accompagne le plus souvent la malachite dans les mêmes gisements. Elle forme des masses cristallines, d'un beau bleu indigo, formées de cristaux aplatis suivant p , allongés suivant l'arête ph' , et généralement peu

distincts, par suite du groupement d'un grand nombre d'entre eux pour former des associations flabelliformes.

Gîtes de cuivre.

Laissant de côté un assez grand nombre de points où le cuivre a été signalé, la plupart du temps dans les schistes et paraissant sans grande importance, nous ne nous occuperons que des deux régions les plus intéressantes au point de vue minéralogique : celle du bassin de la Rivière Noire et celle des provinces de Bac-Giang et de Quang-Yen.

Gîtes de la Rivière Noire. Cette rivière, comme nous l'avons vu en commençant, coule dans une vallée très rocheuse, creusée en grande partie dans des roches vertes éruptives, gabbros et microgabbros. Le gisement de cuivre le plus important se trouve entre Van-Bu et Van-Yen, tout près de Van-Saï, auprès du cours d'eau. Il se présente sous forme filonienne s'enfonçant dans des mamelons de roches vertes, dont nous avons parlé, entrecoupés de filons de quartz et de schistes. Il est formé de cuivre sulfuré, constitué par de l'érubescite et de la chalcosine avec un peu de chalcopyrite et, dans les endroits où l'oxydation a pu se produire, avec de l'oxyde de fer, de la malachite et de l'azurite.

Ce minerai se présente en masses très irisées ou en petites ramifications, moucheté de malachite, quelquefois de chalcopyrite et parcouru de petites veinules de quartz blanc ; le tout dans des schistes tendres plus ou moins imprégnés de sels cuivriques.

Dans ce gîte et dans ses environs, se trouvent de gros filons de quartz laiteux, très pur. A certains endroits, ce quartz renferme

des mouches de sulfure de cuivre tendant à faire supposer que ce gisement, concentré au voisinage des gabbros, a un certain rapport avec les gîtes d'inclusion.

De nombreux échantillons de ce minerai nous ont été donnés par M. Beauverie. En analysant les parties les plus homogènes et les plus minéralisées, nous avons obtenu la teneur suivante :

	Grammes
Cuivre	49,20
Fer	12,20
Arsenic	traces
Antimoine	»
Soufre	32,65
Phosphore	traces
Argent	traces

Cette teneur montre la richesse en cuivre de ce gisement, composé de minéraux faciles à traiter par la métallurgie, pour donner un cuivre d'excellente qualité.

Au point de vue minéralogique, si l'on examine séparément chaque minéral, on voit :

La chalcosine en masses compactes, noires, bleuâtres, tendres. L'érubescite en masses denses, de couleur panachée, très irisées, avec veinules de quartz blanc. La chalcopyrite, sans formes cristallines, en taches jaunes bronzées. La malachite, en enduits verts, vaguement cristallins ou fréquemment en cristaux très fins, soyeux, vert émeraude, très allongés, formant de petites masses bacillaires radiées, de petits amas lamellaires à clivages entremêlés, translucides, et quelquefois de petites concrétions. L'azurite, en enduits bleus amorphes, en croûtes cristallines, en petits cristaux lenticulaires, accolés, empilés, d'un beau bleu.

En descendant le cours de la Rivière Noire, on arrive près de

son confluent avec le Fleuve Rouge, sur la rive droite, à une série de petits gîtes cuivreux, occupant le pourtour du Mont Bavi. Cette région est formée de roches vertes, comme la précédente, avec intercalation de schistes, variant du gris verdâtre au noir, plus ou moins riches en amphibole et de quartz filonien. Ces schistes sont riches en fer à l'état de sulfure ou d'oxyde. Ils renferment les mêmes minéraux cuprifères, mais ceux-ci paraissent plus ferrugineux.

La chalcoppyrite semble plus abondante qu'à Van-Saï; les échantillons de cuivre sulfuré, que nous avons analysés en 1900, nous ont donné une teneur maxima de 32 0/0 de cuivre pour 26 0/0 de fer. Cette chalcoppyrite forme de belles masses jaune d'or, jaune de bronze, presque toujours mélangée d'un peu d'érucescite; elle est d'une assez grande pureté.

Un échantillon moyen, pris sur quelques pyrites cuivreuses, provenant des environs de Da-Thuong, sur le versant Nord du Mont Bavi, nous a donné :

	Grammes
Cuivre	32,60
Fer	26,10
Soufre	33,80
Arsenic	traces
Phosphore	0,00

Gîtes des Provinces de Bac-Giang et de Quang-Yen. La deuxième région cuprifère intéressante se trouve sur la rive droite du Song-Luc-Nam, entre ce cours d'eau, affluent de gauche du Song-Cau, et le Song-Thuong, sous-affluent. Elle comprend la partie orientale Nord de la province de Bac-Giang et la partie occidentale Nord de la province de Quang-Yen.

Le cuivre s'y trouve sous deux formes, dérivant sans conteste l'une de l'autre : la forme filonienne avec chalcoppyrite et cuivre

gris et la forme sédimentaire avec les carbonates basiques de cuivre. Cette région est couverte par des grès, quelquefois blancs et gris, le plus souvent rouges très ferrugineux.

Ces différents gîtes cuivreux se trouvent au milieu des schistes clairs, quelquefois argilo-calcaires, le plus souvent argilo-siliceux, presque toujours accompagnés de quartz.

La chalcopryrite y est toujours, comme précédemment, sans forme définie, en masses irrégulières d'aspect métallique jaune, dans une gangue quartzeuse, associée à du cuivre gris et à de l'érubescite.

Les différents dosages que nous en avons faits ont donné une teneur en métal, variant de 4 à 10 0/0, avec de fortes proportions de silice. Plusieurs échantillons, enrichis par broyage et triage, ont donné une moyenne de 28 0/0 de cuivre. Traitée pour argent, nous avons obtenu jusqu'à 700 grammes de métal précieux à la tonne de minerai à teneur de 10 0/0. Cette quantité d'argent doit provenir, tout au moins en partie, du cuivre gris dont la chalcopryrite de cette région est presque toujours mélangée.

À l'Est de Lam, sur le Song-Luc-Nam, existe une formation cuprifère où l'on trouve une assez grande quantité de chalcopryrite dans du quartz avec intercalation de grès fin grisâtre. Ce minerai est riche, comme en témoigne l'analyse suivante :

	Grammes
Cuivre	28,20
Fer	27,95
Zinc	1,88
Alumine.	0,75
Soufre	30,55
Arsenic	0,10
Silice.	10,70

Elle ne contient que des traces d'argent.

Certains fragments de cette chalcoppyrite sont recouverts de pellicules minces, d'un beau bleu indigo, de covelline.

Les cuivres gris se trouvent dans les régions Nord et Est d'An-Chau. Les mêmes éléments entrent dans la composition de ces minerais, mais en des rapports très variables. Nous n'avons jamais pu y découvrir de cristaux.

La région est formée de grès et de schistes entremêlés. Le cuivre gris semble ne pas se trouver en place.

A Bien-Dong, il se présente en masses atteignant quelquefois plusieurs kilos, noyées dans une argile rouge. Il est compact, gris de plomb, à aspect métallique.

A quelques kilomètres de Bien-Dong, on trouve du cuivre gris, associé au quartz et à la sidérite, gangue classique de ce minerai, avec quelques mouches de chalcoppyrite. Sa composition très complexe et qui varie sensiblement d'un bloc à l'autre, donne la moyenne suivante, obtenue par l'analyse de plusieurs échantillons choisis parmi les plus minéralisés :

	Grammes
Cuivre	15,20
Fer	5,75
Antimoine	19,50
Arsenic	2,75
Zinc	4,35
Plomb	0,35
Soufre	26,80
Gangue	23,85

La teneur en argent varie de 1 k. 330 grammes à 2 k. 200 grammes à la tonne de minerai trié.

Celui-ci, en outre, est aurifère ; nous y avons trouvé de 2 à 8 grammes d'or.

Un peu plus loin, à Giao-Iliem, le cuivre gris se présente sensiblement dans les mêmes conditions qu'à Bien-Dong, en

masses à aspect filonien, au milieu de schistes clairs fortement imprégnés de minéraux cuprifères. Il est très homogène, d'une densité de 4,3, d'une couleur grise presque noire. La cassure est esquilleuse. La gangue est un agrégat quartzo-schisteux sans cohésion.

Sa composition est faite des mêmes éléments que ci-dessus, mais il renferme une proportion beaucoup plus forte d'arsenic :

	Grammes
Cuivre	41,70
Fer	1,70
Antimoine	0,90
Arsenic	15,10
Zinc	5,60
Plomb	traces
Soufre	25,20

La recherche des métaux précieux a donné dans le minerai sans gangue, pour l'argent 2 k. 330 grammes et pour l'or 2 à 3 grammes.

A Lang-Chea, près d'An-Chau, on trouve, nous l'avons déjà dit, un peu de cuivre gris associé à de la blende, de la galène, de la bournonite. Il constitue des masses denses, souvent mélangées aux autres minéraux du filon. Les seuls cristaux qui apparaissent, sont des cristaux de quartz ou de pyromorphite. Sa composition, forcément très irrégulière, donne à l'analyse la moyenne suivante :

	Grammes
Cuivre	31,25
Fer	0,80
Plomb	6,40
Antimoine	24,40
Arsenic	5,75
Zinc	3,20
Soufre	23,45

La teneur en métaux précieux est insignifiante, l'argent ne dépasse pas 100 grammes; quant à l'or, il fait complètement défaut.

Il faut noter que tous ces cuivres gris renferment du zinc.

Quant au cuivre des formations sédimentaires, il existe en de nombreux points, aux environs des gisements précédents. De nombreux mamelons sont couverts de dépôts de carbonates cuivreux bleus et verts.

Nous avons vu que tous les minerais de cuivre d'origine filonienne, des environs de Bien-Dong, ne se trouvaient pas en place. Il est certain que le rôle métamorphique des eaux superficielles a été considérable dans toute la région. Celle-ci renferme une grande quantité d'alluvions aurifères que les Chinois orpailleurs ont exploitées depuis les temps les plus reculés. On rencontre fréquemment de vieilles galeries indiquant d'anciennes exploitations.

Les sédiments cuivreux sont composés de malachite et d'azurite dans du quartz détritique, des grès et des schistes clairs. La quantité de cuivre en enduits ou en imprégnations varie de quelques centigrammes à 5 grammes 0/0.

Aux environs de Giao-Hiem, sont des dépôts de carbonates de cuivre, à forme concrétionnée, associée à une certaine quantité de pyromorphite et de cérusite.

L'analyse de ces dépôts nous a donné, pour des échantillons choisis, une teneur en cuivre de 32 à 33 0/0 avec 5 à 10 0/0 de plomb, un peu de fer, de phosphore, d'antimoine, et d'arsenic.

A Luc-Nam, se trouve un mélange d'hématite brune et rouge, caverneuse, fortement siliceuse, riche en cuivre, sous forme de malachite cristallisée ou concrétionnée. La teneur s'élève à 18,60 0/0.

Au point de vue minéralogique proprement dit, ces carbonates basiques de cuivre se présentent sous des formes variées.

La malachite, dans les schistes, forme des enduits ou des imprégnations vert d'herbe, sans apparence cristalline ; dans les grès et les agrégats quartzo-schisteux, elle est en enduits et en petits amas vaguement cristallins ou en masses mamelonnées concrétionnées, de différentes teintes de vert ; rarement on la trouve en cristaux bacillaires entremêlés ou en touffes implantées perpendiculairement à la roche.

L'azurite accompagne partout la malachite et se présente dans les mêmes conditions.

Plomb.

Le plomb est principalement représenté par la galène, minéral de ce métal de beaucoup le plus important dans la nature. Les autres minerais, comme la cérusite, la bournonite, etc., exploités en grand dans certains pays, doivent être regardés ici comme des raretés.

Les minéraux plombifères que nous allons décrire sont les seuls, dont nous connaissons l'existence au Tonkin : la galène, la cérusite, la pyromorphite et la bournonite.

Galène, PbS , Plomb sulfuré (Plomb 86,60 0/0). Tous les cristaux de galène que nous avons pu observer sont des cubes. Ils atteignent quelquefois des dimensions de 1 à 2 centimètres

de côté, souvent avec des allongements anormaux, suivant un des axes, principalement l'axe binaire. Mais ces cristaux sont rares et ce minéral se présente le plus fréquemment en masses sans formes cristallines définies avec des facettes variées et avec des clivages plus ou moins larges pouvant atteindre 4 centimètres. Ces masses sont souvent grenues, quelquefois compactes. La densité varie de 7,5 à 7,6. La couleur est le gris de plomb ; quant à l'éclat, souvent très brillant dans les variétés à facettes, il varie avec la pureté et la durée d'exposition à l'air.

Presque toutes les galènes, comme on le verra dans les dosages qui vont suivre, renferment de l'argent, mais dans des proportions extrêmement variables. Ces dosages ont été faits par fusion du minerai au creuset de fer et coupellation du culot de plomb obtenu.

La dimension et l'éclat des facettes et des clivages semblent jusqu'à un certain point donner raison à la théorie de la variabilité de la teneur en métal précieux, suivant la grosseur des éléments. Nous donnerons pour chaque gîte, la dimension approximative des éléments en même temps que la teneur en argent.

Parmi les minéraux qui accompagnent souvent la galène, nous citerons la pyrite, la chalcopryrite, la stibine, la blende. On peut ajouter que, comme dans beaucoup de régions du globe, le plomb et le zinc se trouvent souvent associés dans les mêmes gisements (An-Chau, Lang-Hit, Tuyen-Quang, Bac-Kan, etc.).

L'altération de ce sulfure donne quelques sous-produits, comme la cérusite, la pyromorphite.

La galène est un minerai très répandu au Tonkin, en gisements métallifères, soit en filons à gangue quartzeuse avec sul-

fures complexes, ceux-ci nous paraissent les plus importants, soit en filons à gangue calcaire ou en amas, associée à la pyrite, la stibine, la blende, etc., pour les premiers, et à la dolomite, à la barytine, à la sidérite, etc., pour les seconds.

Bournonite, $\text{Cu}^6\text{Pb}^3\text{Sb}^3\text{S}^6$, sulfo-antimoniure de plomb et de cuivre (Plomb 42,5, antimoine 24,7, cuivre 13 0/0). Ce minéral se trouve encore à Lang-Chea, associé aux autres sulfures. Il se présente en masses compactes, à cassure inégale ou grenue, d'une couleur gris d'acier clair, à éclat métallique. Sa dureté est de 3 ; sa densité varie de 5,45 à 5,71.

Nous n'avons pas trouvé de cristaux.

Chauffée dans le tube fermé, cette bournonite décrépite et donne un anneau rouge d'oxyde de fer et d'antimoine. Le dosage des trois principaux éléments nous a donné pour un échantillon de densité égale à 5,7

	Grammes
Antimoine	22,80
Plomb	43,50
Cuivre	11,75

et pour un échantillon de densité égale à 5,45.

	Grammes
Plomb	36,80
Cuivre	14,10

La bournonite, souvent très mélangée de galène, ne semble pouvoir constituer dans ce gîte un minéral de valeur, car elle est moins riche en cuivre que le cuivre gris, qui atteint 31 0/0 de métal et en plomb que la galène, qui l'accompagnent ; de plus, elle renferme de l'arsenic.

Cérusite, PbCO_3 , Plomb carbonaté (Plomb 77,40 0/0). Ce minéral, très commun dans les gisements plombifères de certains pays, paraît assez rare au Tonkin.

On la trouve accompagnant superficiellement la galène, comme produit d'altération de cette dernière, en petits amas cristallins, spongieux, formés de cristaux mal définis, enchevêtrés. Quelquefois elle est en petites lamelles ou en petites masses transparentes très réfringentes. On la rencontre en petits cristaux allongés, prismatiques, rhombiques, associée à la blende, en voie de transformation en smithsonite, dans les gisements zincifères, comme à Lang-Hit, ou associée à la malachite et à l'azurite de quelques gîtes cuprifères de la province de Bac-Giang. Cette cérusite n'offre rien de spécial.

Pyromorphite ((PbCl) , $\text{Pb}^4\text{P}^3\text{O}^{12}$), Plomb phosphaté (Plomb 76,30 0/0). Les localités de Lang-Chea et de Giao-Hiem nous ont fourni quelques échantillons intéressants de pyromorphite. Celle-ci se trouve à la partie supérieure du gisement plombifère de la première localité en masses très cristallines, à éclat adamantin, translucides, vertes, jaunes, ou orange. On remarque des prismes hexagonaux, basés, de 2 à 3 millimètres. En certains points, on observe de petits cristaux du même système, très nets, en forme de barillets à six pans, constitués par de la *campylite*, variété de pyromorphite arsenicale.

Ces amas cristallins ont une gangue quartzeuse dans laquelle se trouvent disséminées çà et là un peu d'hématite et de limonite.

La recherche chimique du vanadium est restée sans résultat.

A Giao-Hiem, on rencontre de la campylite en petits cristaux, de même forme que ci-dessus, sur de la chessylite cristallisée et de la malachite mamelonnée, accompagnées d'un peu de cérusite, le tout empâté dans de l'argile ocreuse.

Ces gisements secondaires renferment dans leurs fissures une multitude de petits cristaux du même minéral, aciculaires, gris

verdâtre, groupés en houppes implantées perpendiculairement sur le minerai.

Gîtes de plomb.

Les gîtes de plomb, comme ceux de beaucoup d'autres régions, se trouvent sensiblement dans les mêmes conditions que ceux de zinc dans l'étude desquels nous avons vu, dans tous les gîtes (Lang-Chea, Lang-Hit, Tuyen-Quang, etc.), ces deux métaux associés l'un à l'autre. Nous remarquerons simplement le peu de cérusite existant par rapport à la grande quantité de smithsonite que l'on rencontre dans les mêmes terrains. Il nous semble que ce phénomène ne peut être attribué qu'à une stabilité moins grande du premier minéral qui est plus tendre et dont la solubilité croît avec la quantité d'acide carbonique dissoute dans les eaux de ruissellement. Ce qui tendrait à rendre cette hypothèse acceptable, c'est que nous avons brisé plusieurs blocs de smithsonite dépourvus de cérusite à l'extérieur et garnis de petits cristaux de ce minéral dans la partie soustraite à l'action des agents atmosphériques si puissants dans les régions inter-tropicales.

Nous allons passer en revue quelques-uns des gisements qui sont nombreux.

Gîtes de Ngan-Son, Tong-Tinh et Ha-Quan, au Nord de la Province de Bac-Kan et à l'Est du Territoire de Cao-Bang. Ce groupe important de formation épigénétique appartient aux filons à gangue quartzreuse, probablement en contact avec les calcaires. La galène s'y trouve associée à la pyrite, quelquefois légèrement cuivreuse, et à la blende dans le troisième gîte. Elle est très argentifère et a joui pendant longtemps d'une grande

réputation chez les indigènes qui l'exploitèrent de longues années et qui durent abandonner les travaux, cependant importants, devant l'inondation que des moyens rudimentaires d'épuisement ne leur permirent pas de combattre.

La galène se présente, soit en petites facettes très brillantes, soit en petits clivages.

Les échantillons de Ngan-Son, que nous avons essayés, nous ont donné une moyenne de 3 kg. 800 d'argent à la tonne de plomb. D'anciennes recherches portent cette quantité à 8 et 9 kilogrammes.

Nous n'avons pas pu doser l'argent dans le minerai de Tong-Tinh.

Quant à celui de Ha-Quan, fortement mélangé de blende, en rapportant tout l'argent au plomb, nous avons obtenu 2 kg. 350 à la tonne de ce métal.

Un autre groupe de gîtes plombifères assez rapprochés, au Sud du précédent, de bien moins d'importance, se trouve dans les provinces de Lang-Son, Thai-Nguyen, et Tuyen-Quang. Ces gisements sont à gangue calcaire plus ou moins magnésienne et barytifère. La galène en filons ou en amas est souvent ferrugineuse, zincifère, antimonieuse.

Gîte de Chiem Hoa, Province de Tuyen-Quang. La galène y est en grains très fins et très brillants dans une gangue argilo-calcaire. La recherche de l'argent donne 1 kg. 160 à la tonne, de plomb.

Gîte de Than-Moï, Province de Lang-Son. C'est une galène à grains fins, d'une teneur de 600 grammes à 1 kilogramme d'argent.

Gîte de Lang-Met, Province de Bac-Kan. La galène s'y trouve en masses clivables souvent déformées, noyée dans de l'hydro-

xyde de fer. Les éléments sont de petite dimension et assez brillants. La tonne de plomb contient 1 kg. 200 à 1 kg. 300 d'argent.

Gîte de Mo-Trang, Province de Thai-Nguyen. Semblable au précédent avec 800 grammes de métal précieux.

Gîte de Lang-Hit, Province de Thai-Nguyen. Dans ce gîte, la galène se trouve associée à la blende et dans les parties où ce dernier minéral est transformé en smithsonite, cette galène se trouve par place transformée en cérusite. Le minéral plombifère est compact, à grain extrêmement fin, très foncé. Il donne 1 kg. 500 à 1 kg. 600 d'argent.

Gîte de Tuyen-Quang, Colline du Fort Giovaninelli, Province de Tuyen-Quang. La galène à petits clivages est dans le calcaire au contact d'un gîte calaminaire. La Notice des mines le signale comme argentifère.

A ces deux groupes, nous ajouterons quelques gisements isolés, dont l'un, celui de Lang-Chea, comme nous l'avons déjà montré, présente beaucoup d'intérêt.

Gîte de Lang-Chea, près d'An-Chau, Province de Quang-Yen. Nous avons vu que dans le même filon, se trouvent de la blende, de la galène, du cuivre gris, de la bournonite. La galène, qui seule ici nous intéresse, se présente en grands clivages cubiques atteignant plusieurs centimètres : elle est très homogène, pure, dans une gangue de quartz au milieu de schistes. Elle renferme souvent de petits cristaux de quartz d'une grande limpidité aux formes rhomboédriques très nettes. En certains points, elle est mélangée avec la bournonite et le cuivre gris, dont nous venons de parler et qui lui sont postérieurs. Ça et là, se trouvent de petits amas de pyromorphite cristalline, d'un beau vert d'herbe, teintés par places de jaune orangé.

Cette galène à grands éléments ne donne que 500 à 600 gr. d'argent à la tonne de plomb.

M. le Comte A. de Gramont a étudié par l'analyse spectrale quantitative un fragment de galène de ce gisement, que sur sa demande nous lui avons remis, en employant la méthode décrite dans sa note des Comptes-rendus de l'Académie des Sciences en date du 3 août 1908 : « Sur les indications quantitatives qui « peuvent être fournies par les spectres de dissociation : Ar-
« gent ». Il a trouvé un maximum d'argent de 0,05 0/0 de galène, soit 622 grammes à la tonne de plomb. Un morceau du même échantillon, que nous avons traité par coupellation, nous a donné 598 grammes.

Gîte de Dien-Bien-Phu, à l'extrémité occidentale du Tonkin. C'est une galène à grain très fin, très compacte, mélangée d'une forte proportion d'antimoine sulfuré dans une gangue quartzo-argileuse. Nous la mentionnons pour la quantité d'argent qui atteint 1 kg. 300.

Gîte de Kao-Loc, Territoire de Ha-Giang. Dans cette région assez métallifère, (cuivre, fer, plomb, mercure) se trouve une galène, tantôt à petits clivages cubiques, tantôt à grains très fins, dans une gangue quartzreuse, barytifère, au contact de calcaire magnésien. Elle est pauvre et ne donne qu'une centaine de grammes de métal précieux.

Gîte de Lao-Kay. Territoire de Lao-Kay. Dans les calcaires qui se trouvent à l'Ouest de cette ville, on rencontre une galène peu argentifère à petits clivages cubiques dans une gangue de calcaire magnésien très barytifère.

Gîte de Yen-Luong, Province de Hoa-Binh. Les autorités de la province signalent à cet endroit une galène, à gangue de barytine, exploitée par les indigènes pour l'argent, dont ils se servent à faire des bijoux.

Mercure.

Cinabre, HgS. Mercure sulfuré (Mercure 86,20 0/0). Nous devons à M. Kahn des échantillons de cinabre nouvellement découvert dans la région Ouest de Ha-Giang, près de Kao-Loc, secteur de Quang-Ba. Ce minéral constitue un gisement d'imprégnation dans un calcaire dolomitique gris, mélangé à du quartz.

Il se présente sous forme de croûtes rouges, d'aspect terreux et d'amas cristallins. Ceux-ci sont formés de gros éléments à nombreux clivages, mélangés de petits cristaux de quartz hyalin. Leur couleur est le rouge cochenille très vif. Ils sont très réfringents et à éclat fortement métallique; ils sont translucides. Leur densité est de 8,08. Ils sont tendres et très fragiles.

Chimiquement, ce cinabre cristallin est pur; il ne renferme qu'un peu de silice et des traces de fer.

A Na-Cho-Cai, dans le secteur de Quan-Ba, la Notice du service des Mines signale du cinabre en très petites mouches dans une roche.

Argent.

Nous ne connaissons aucun minéral d'argent proprement dit, au Tonkin, mais on trouve des minerais argentifères, tels que la galène, la blende, les cuivres gris, les pyrites.

Commençons par dire que la plus grande quantité d'argent qui se trouve dans le monde provient des minerais de cette catégorie, surtout des galènes. Les Annamites n'ont jamais extrait d'argent que de ce minerai assez commun dans leur pays.

Les centres principaux d'extraction de l'argent étaient Ngan-Son et Tong-Tinh, au Nord de Bac-Kan, à l'Ouest de Cao-Bang, qui fournissaient plusieurs kilos de métal précieux à la tonne de plomb. Les travaux arrivés au niveau hydrostatique ou inondés furent abandonnés. La piraterie empêcha longtemps de reprendre l'exploitation, mais en 1889, des Européens essayèrent de remettre ces gîtes en valeur. Ce fut sans résultat : les communications, la main-d'œuvre, faisaient défaut.

Actuellement, les Muongs fabriquent des objets d'orfèvrerie avec l'argent qu'ils retirent d'un gisement de galène situé au Nord de Cho-Bo, dans la province de Hoa-Binh. En se reportant au paragraphe du plomb, on pourra se rendre compte de la teneur en argent des différentes galènes décrites.

Les blendes tonkinoises sont peu argentifères et la quantité d'argent que l'on y trouve doit être vraisemblablement rapportée à la galène qui les accompagne dans presque tous leurs gisements.

Quant aux pyrites, elles ne nous ont jamais donné à l'analyse que quelques grammes d'argent.

Il reste les cuivres gris. Nous avons vu au paragraphe du cuivre qu'ils ne paraissent pas très répandus au Tonkin : il existe simplement quelques petits gîtes encore mal explorés dans le Sud-Ouest. La proportion d'argent que les cuivres gris peuvent renfermer est quelquefois considérable, puisqu'elle peut monter jusqu'à 10 kilos, comme en Espagne dans la Sierra Nevada. Au Tonkin, jusqu'à présent, elle ne dépasse pas 2 kg. 800 dans un minerai

soigneusement trié et tombe quelquefois à une centaine de grammes. Ajoutons que ce genre de minerais s'appauvrit en général rapidement en profondeur, de sorte qu'on ne peut trop escompter ceux qui nous intéressent.

Or.

Avant l'occupation du Tonkin par la France, les principales mines de métaux divers exploitées par les Annamites et surtout par les Chinois payaient des redevances assez élevées à l'Empereur d'Annam.

Pour l'or, cette redevance s'élevait annuellement à une somme représentant 1.500 à 2.000 francs de notre monnaie. La renommée des gisements, la description enthousiaste qu'en donnèrent quelques voyageurs firent naître des illusions sur la richesse aurifère du Tonkin qui peu à peu sont tombées.

On trouve dans certains ouvrages antérieurs à la conquête, comme ceux de Romanet de Caillaud, de Ch. Lemire, des renseignements très brillants sur l'or tonkinois. Ce dernier auteur, dans un ouvrage sur l'Indochine, dit que le Tonkin renferme beaucoup de mines d'or. Il cite le gisement de My-Duc qu'il visita et qu'il décrivit comme formé d'un quartz ne renfermant aucune trace d'or visible à l'œil nu, mais dont l'analyse a révélé une teneur de 40 grammes d'or par tonne de quartz filonien et 26 grammes par tonne de quartz en galets des ruisseaux.

Il y a de l'or, mais il est très dispersé. La quantité de gisements aurifères connus est grande, mais leur teneur en métal

précieux paraît très faible. En avril 1899, la statistique minière du Tonkin donnait 71 péricimètres inscrits pour la recherche de l'or. Quelques indigènes lavent les alluvions de maintes régions e n'y trouvent pas à gagner leur vie.

Le Prince Henri d'Orléans rapporte dans son ou vrage *Autour du Tonkin*, datant d'une quinzaine d'années, la visite qu'il fit au gisement assez renommé de Mo-Lou, sur la rive droite de la Rivière Noire, près de Van-Bu. Il vit les indigènes extraire les terres alluvionnaires, les laver, et en retirer 52 centigrammes d'or pour 32 paniers, soit 1 gr.10 à la tonne.

Par contre, M. Lantenois, dans un rapport de mai 1903, sur les gisements alluvionnaires d'or du Mékong où il a trouvé une moyenne de 2 grammes de métal précieux par mètre cube, parle accessoirement du gisement tonkinois de Mo-Son, à 50 kilomètres de Hanoï, où les alluvions ont donné des enrichissements considérables dans le voisinage du calcaire sous-jacent, alors qu'à la superficie, on n'avait obtenu que des teneurs médiocres, mais il ajoute qu'il cite ce fait pour donner un exemple précis des enrichissements qui peuvent se produire au voisinage du bed-rock.

Nous ne mentionnerons que quelques-uns des gisements connus à l'heure actuelle, dont la majeure partie n'est pas suffisamment riche pour être exploitée avec quelque bénéfice. Ils sont tous cités dans la Notice du Service des Mines. Nous dirons exceptionnellement quelques mots de la forme de ces gisements.

Dans la nature, l'or existe dans trois conditions : 1° Associé à d'autres minerais qu'il enrichit, comme les pyrites, les cuivres gris, etc... ; 2° en filons ou en veinules, disséminés dans du quartz filonien ; 3° en alluvions (Placers). Ces deux derniers

états, surtout le dernier, constituent le seul vrai minerai d'or proprement dit.

Associé à d'autres minerais, nous le trouvons rarement et en très petite quantité dans les cuivres gris de la province de Bac-Giang et dans un minerai complexe du gîte Ganymède. Encore sous cette forme, faudrait-il employer un procédé chimique onéreux pour l'extraire.

Correspondant au second état, on ne connaît pas de filons bien déterminés. Parmi les nombreux quartz filoniens, d'aspect aurifère que nous avons analysés, aucun ne nous a donné de résultat positif. On signale néanmoins quelque petite quantité de métal précieux dans certains quartz du Sud de Cao-Bang (Pac-Boc) et de l'Est de Taï-Nguyen (Trung-Xa).

Peut-être faudrait-il chercher du côté des schistes cristallins et même des schistes argileux, car il n'est pas rare de rencontrer l'or dans des alluvions argileuses rouges qui en dérivent certainement.

C'est surtout au troisième état que se trouve l'or du Tonkin, comme il se trouve du reste dans tous les pays.

Pour ne pas entrer dans des détails, nous considérerons deux sortes d'alluvions : les alluvions anciennes et les modernes.

Les premières sont dans le fond des vallées ou à des altitudes variables sur les flancs de celles-ci, formant des terrasses situées de 10 à 40 mètres au-dessus du niveau des cours d'eau. Ce phénomène, très fréquent au Tonkin, a été décrit par M. Lante, dans sa *Note sur la géologie de l'Indochine*. « Ce phénomène des terrasses, dit-il, est tout à fait général et est dû vraisemblablement à une variation assez brusque du niveau de la mer à une époque géologique [quaternaire] peu éloignée de la nôtre ».

Parmi ces alluvions anciennes, citons celles de Kim-Hi, de Ban-Vai, sur le Song-Bang-Giang. Elles sont composées de galets et de quartz roulés. Elles furent en plusieurs points exploitées par les Chinois.

Les secondes sont limitées aux vallées actuelles et ne dépassent pas le niveau des plus hautes eaux. Parmi celles-ci, il faudra citer presque tous les cours d'eau du Haut Tonkin.

Les quelques échantillons d'or que nous avons pu examiner nous ont montré un métal d'un titre en général assez élevé, soit en paillettes, soit en grains, très rarement en pépites, du reste très petites.

Nous devons à M. Saillard deux échantillons d'or, l'un provenant de Pac-Boc, l'autre de Cao-Phon, au Sud de Cao-Bang, des alluvions du Song-Hiem.

Le premier est en petites paillettes déchiquetées, martelées, d'une belle couleur, atteignant au maximum 2 millimètres, assez épaisses. L'essai chimique qualitatif révèle un métal de haut titre.

Le second est en grains d'une grosseur atteignant celle d'un grain de blé, de forme allongée et franchement roulée, de couleur jaune d'or avec quelques parties brunes solubles dans les acides. Quelques-uns de ces grains renferment de petits débris de quartz et quelques petits fragments de pyrite oxydée. L'analyse qualitative y décele une assez forte proportion de métaux étrangers, fer et argent avec quelques traces de cuivre.

CHAPITRE V

CONSIDÉRATIONS SUR LA VALEUR ET L'EMPLOI DES PRINCIPALES ESPÈCES MINÉRALES DÉCRITES

On doit présumer que sur la grande quantité des gisements connus au Tonkin, un petit nombre seulement doit être susceptible d'être exploité avec bénéfice.

Ajoutons que les civilisations assez avancées qui se sont succédé depuis des siècles, que les Chinois, qui ont toujours parcouru le pays, ont déjà écrémé, pour ainsi dire, les minerais les plus riches et les plus faciles à traiter. Il se produit au Tonkin, ce qui s'est produit le siècle dernier au Mexique pour les minerais d'argent.

Grande est la quantité d'anciens puits, d'anciens travaux de mines, existant encore, et il faut reconnaître que les Européens n'ont découvert que bien peu de gisements nouveaux. Les gîtes les plus importants, comme les gîtes stannifères du territoire de Cao-Bang, les gîtes argentifères du Nord de la province de Bắc-Kan, les gîtes zincifères de Thaï-Nguyen, de Tuyen-Quang, les gîtes cuprifères et aurifères de la province de Bac-Giang sont

encombrés d'anciennes galeries et d'anciens débris d'exploitations asiatiques.

L'inondation, le niveau hydrostatique, une teneur décroissante, la difficulté plus grande des travaux en profondeur, ajoutons même quelquefois la piraterie, sont les causes multiples de leur abandon. Tant que la main humaine pouvait suffire, on exploitait ; car dans ces pays d'Extrême-Orient, c'est et ce sera encore longtemps la force la plus économique.

La mine nouvelle doit sa puissance aux appareils mécaniques d'épuisement, de perforation, d'extraction et aussi à la Chimie, qui permet de diriger l'exploitation suivant la teneur du minerai. Appareils et laboratoires sont onéreux, exigent un capital important ; il faut donc, en dehors de la valeur réelle du minerai, que le gisement soit suffisamment riche et étendu pour être certain de ne pas entreprendre une affaire déplorable.

Ceci dépend donc de l'étude du gisement, de ses conditions d'exploitabilité. Nous laissons ce travail aux personnes compétentes et ne nous attachons qu'à la recherche de la valeur du minerai, d'après sa composition chimique et son association avec d'autres minéraux.

Avant de commencer cet examen, qui sera le résumé des chapitres précédents, nous croyons utile de dire quelques mots de la main-d'œuvre que l'on peut avoir à employer dans des prospections de recherches minérales, ou précédant la mise en valeur des gisements.

On doit considérer deux sortes de main-d'œuvre : l'une indigène, asiatique, l'autre européenne.

La main-d'œuvre asiatique est surtout fournie par les Annamites, puis par les Chinois. Les Annamites (nous les voyons à

l'œuvre depuis plusieurs années dans quelques industries sont doux, intelligents, patients ; par contre, ils sont lents, et, chose capitale dans la question qui nous occupe, ils sont faibles. Ce sont avant tout des agriculteurs ; ils abandonnent difficilement leurs rizières du Delta pour la Haute Région ou, le plus souvent, ils tombent malades par nostalgie. Ils sont en outre superstitieux et n'aiment pas le travail des mines, entretenus qu'ils ont été de longs siècles dans la croyance du Dragon, génie des richesses, serpentant dans les entrailles de la terre et dont la présence indique un trésor. La moindre blessure qui lui est faite entraîne maladie ou mort de l'un des membres de la famille royale. Le véritable dragon dangereux pour eux, ce sont les miasmes telluriques et les moustiques qui leur donnent la fièvre chaque fois qu'ils remuent un sol autre que celui des rizières.

On devra toujours les faire travailler à la tâche et, de préférence, les faire commander par des contremaîtres de leur race, qui, seuls, sont capables d'en tirer le meilleur parti.

Les Chinois sont plus robustes que les Annamites, mais bien moins dociles et d'un salaire plus élevé. D'un autre côté, ils comprennent mieux le travail de la mine et l'on peut assez facilement trouver, parmi eux, des mineurs de profession. Du reste, on aura de la main-d'œuvre chinoise dans n'importe quelle région du Tonkin. Les Chinois vont et vivent partout, toujours prêts à s'expatrier. N'ont-ils pas envahi la Californie, l'Australie, le Transvaal et ne fut-on pas amené à employer contre eux de rigoureuses ordonnances prohibitives ?

Quant à la main-d'œuvre européenne, elle est d'un emploi très délicat et dispendieux. Une grande partie de l'année, le climat est trop dur pour que l'Européen puisse exécuter un gros

travail manuel, terrassement ou autre. On ne peut l'employer que comme contremaître ou surveillant. Il lui faut alors de grandes qualités : il doit être sobre, pour résister au climat ; il faut qu'il soit patient, juste, humain, pour se faire supporter des indigènes, grave question, car nous avons vu plusieurs fois les meilleures affaires industrielles périliter par l'inhumanité ou le nervosisme d'un seul Européen. L'indigène, toujours très renfermé, ne dit rien, il disparaît un jour et personne ne le remplace pendant de longs mois. Il faut compter un personnel double de celui que l'on emploierait en Europe, par raison de maladie ou de congé au pays d'origine.

Revenons maintenant à la valeur et à l'emploi des échantillons analysés dans le cours de ce travail.

Les combustibles minéraux, de deux sortes, houille et lignite, sont, sans conteste, très répandus au Tonkin. Par son accroissement formidable de consommation et sa disparition probable dans un avenir relativement peu éloigné dans beaucoup de pays, la houille, est une ressource d'avenir pour notre colonie. On doit reconnaître que ce charbon maigre qui brûle difficilement, souvent très friable, est d'assez médiocre qualité. De plus, il fournit une grande proportion de menus dont l'emploi se trouve très restreint à l'heure actuelle ; mais on peut espérer en trouver des débouchés à mesure que le besoin de combustibles se fera sentir. On en fabrique des briquettes, en les mélangeant à du charbon gras et du brai. Les Chinois s'en servent en Chine, pour quelques industries secondaires et enfin tout récemment, à la place de charbon criblé alternant avec les lits de briques à cuire on les a mélangés, comme combustible, à la pâte calcaréo-argileuse des briques servant à fabriquer le ciment. On pour-

rait essayer de les employer à la préparation de gaz à l'eau.

La houille est en général peu pyriteuse ; la proportion de soufre nuisible peut cependant s'élever exceptionnellement à 2 ou 3 0/0 dans la province de Quang-Yen et 7 à 8 0/0 dans la province du Hoa-Binh.

Elle est employée après triage dans des foyers soufflés, par certaines usines et en briquettes, par les Marines de Guerre et de Commerce elles donnent une proportion de cendre variant de 2,5 à 5 0/0.

Quant au lignite, les chemins de fer indochinois en brûlent sur une de leurs lignes ; les indigènes s'en servent quelque peu, mais il est encore d'un emploi très restreint, car il est souvent pyriteux.

La statistique minière de 1899 donnait 270 périmètres de charbon inscrits. Il y a, aujourd'hui, une dizaine de propriétés minières exploitées ou non.

Les statistiques officielles donnent comme production de charbons des Charbonnages de Hongay, actuellement une des plus belles affaires industrielles du Tonkin, pour 1894 : 112.164 tonnes ; pour 1900, 194.444 ; pour 1905, 242.775 ; pour 1906, 247.960, et pour 1907, 249.921. On a fabriqué, en 1906, 90.788 et en 1907, 92.904 tonnes de briquettes.

En 1905, Ké-Bao a produit 7.800 tonnes et les autres mines réunies, environ 20.000 tonnes de charbon.

Comme chiffre d'exportation à l'étranger, nous donnerons le plus récent, soit pour le premier trimestre de 1908, 27.444 tonnes.

Parmi les *silicates*, peu nous paraissent susceptibles d'emploi bien intéressant.

Le quartz, en tant que cristal de roche, est sans valeur ; les sables siliceux sont impurs, impropres aux constructions importantes et à peu près inutilisables dans les diverses industries.

Les micas sont en lames trop petites pour trouver une application quelconque, tout au moins pour l'actualité.

Les minéraux asbestiformes, comme la trémolite des environs de That-Khé et la gédrite de Than-Vaï, donnent une amiante de très peu de valeur. Peut-être pourrait-on penser à employer le minéral de Than-Vaï à la confection de coussins isolateurs, de pâtes protectrices, à la fabrication de fibro-ciment qui prend de jour en jour plus d'importance et qui pourrait rendre de grands services au Tonkin où les constructions ont souvent besoin d'être rapides, légères et quelquefois démontables.

Quant aux pierres précieuses, le Tonkin paraît bien mal partagé par rapport à ses voisins si riches : la Birmanie, et le Siam. Le grenat, du type almandin, est très abondant, mais sa couleur vineuse le fait rejeter ; la tourmaline, dont notre colonie de Madagascar fournit aujourd'hui de très belles pierres, n'a aucune valeur au Tonkin, étant à peine translucide, avec des teintes très foncées désagréables.

L'antimoine que l'on trouve à l'état de sulfure dans les provinces de Quang-Yen et de Lang-Son est d'une assez grande pureté. Il ne renferme comme éléments étrangers, dans quelques points, qu'un peu de plomb et quelques traces d'arsenic. Sa métallurgie serait facile au Tonkin ; le métal obtenu pourrait convenir à tous les emplois industriels, dont un nouveau débouché consistant dans la fabrication de blanc d'antimoine, comme succédané de la céruse proscrite en peinture.

Il y a une douzaine d'années, quelques Européens tentèrent

d'exploiter les meilleurs gîtes de stibine. L'engouement était tel qu'au 15 avril 1899, le nombre des périmètres inscrits pour recherche d'antimoine s'élevait à 154. Des raisons d'ordre économique forcèrent à abandonner l'exploitation de ce minerai, sujet à de grandes fluctuations commerciales.

Le *calcaire*, comme nous l'avons dit, forme de puissants massifs dans le Tonkin oriental. C'est une roche métamorphique en général très pure, ainsi qu'en témoignent les nombreuses analyses que nous en avons données. Il convient à tous les emplois où l'on peut avoir besoin d'une roche dure, homogène, comme pour les constructions, ou prenant le poli comme dans la marbrerie, et d'un carbonate de chaux pur, comme dans la fabrication des chaux grasses et des ciments artificiels.

On en fait des moellons, des pierres de taille pour les ouvrages d'art dans un certain nombre de carrières du Delta. Plusieurs ateliers de marbrerie, occupant quelques centaines d'ouvriers indigènes, fonctionnent dans les régions de Ké-So, de Kiem-Khé, de Haïphong. Les marbres fournis ne sont pas remarquables comme richesse de coloris ; ils sont gris ou noirs, mais sont très acceptables pour la tabletterie courante et les usages domestiques.

Comme carbonate de chaux, il sert dans beaucoup de régions à la fabrication de chaux grasses de très bonne qualité, quand elles sont bien cuites et de ciment artificiel, à Haïphong.

Dans cette ville, en 1899, fut construite sur les plans de M. Candlot, Ingénieur-Conseil, une usine pouvant fabriquer annuellement 50.000 tonnes de produits hydrauliques. La fabrication, avec emploi de la main-d'œuvre annamite, consiste à mélanger, en proportions convenables, le calcaire provenant de l'île des

Deux-Songs avec de l'argile prise sur les berges du Cua-Cam, séchée dans des séchoirs mécaniques ; à broyer et à transformer en poudre très fine ce mélange dans des broyeurs à boulets et des tubes finisseurs ; à y incorporer des menus de charbon du Tonkin en quantité suffisante pour la cuisson ; à gâcher le tout avec un peu d'eau pour l'agglomérer et en faire des briques. Celles-ci sont ensuite cuites dans des fours coulants et les roches défournées, triées, broyées et moulues donnent un ciment dont une partie est employée en Indochine et l'autre exportée.

Cette usine a fabriqué 43.000 tonnes de ciment en 1907 dont 30.000 ont été exportées à l'étranger.

Cette même année le Tonkin a en outre importé 484 tonnes de ciment français.

Le *zinc* existe en nombreux gisements sulfurés dont quelques-uns sont transformés superficiellement par substitution en calamine. Les amas calaminaires furent autrefois exploités par les Chinois et les Annamites qui se servaient du zinc à la fabrication de la monnaie de sapèques et pour la préparation du bronze et du laiton dont sont faits tous leurs objets de culte et quelques ustensiles domestiques. Quelques-uns de ces gisements sont exploités de nouveau à l'heure actuelle par des Européens.

Nous avons dit que cette calamine est constituée presque exclusivement par de la smithsonite ou carbonate de zinc, d'excellente qualité, quand le fer ne s'y trouve pas trop abondant. Elle est donc susceptible d'un fort enrichissement par calcination qui lui fait perdre presque le tiers de son poids. C'est à cet état qu'on l'exporte en Europe depuis 2 ou 3 ans. Mais cette calamine s'épuisera dans un temps relativement restreint.

Aussi devra-t-on se rejeter sur la blende que l'on commence déjà à exploiter. On la grille dans des fours notamment près de Haïphong, de là, elle est embarquée pour l'Europe, où le zinc devient de plus en plus nécessaire depuis la déchéance de la cé-ruse comme peinture et du plomb comme couverture.

Ce dernier minerai dont les gîtes paraissent assez nombreux et quelques-uns assez importants paraît, d'après les analyses que nous en avons faites, de bonne qualité, comme à Lang-Chea et dans les gîtes de la vallée du Song-Cau. La situation de ces gîtes comme celui de Tuyen-Quang, au voisinage de cours d'eau navigables, tout au moins par des jonques pendant une grande partie de l'année, d'où le minerai peut facilement s'écouler jusqu'à Haïphong, leur donne une valeur tout à fait spéciale.

Des ouvriers très entraînés, étant nécessaires à la métallurgie du zinc, comme l'ont démontré certaines tentatives malheureuses en Europe, l'exportation du minerai enrichi par calcination ou grillage est indiquée pour de longues années.

La statistique commerciale donne pour l'année 1907 une exportation de minerai préparé de 4.323 tonnes et de 6.297 tonnes pour les 3 premiers trimestres de l'année 1908. L'importation du zinc au Tonkin a été de 200 tonnes en 1907 et de 190 en 1908.

Les *argiles* sont très abondantes, puisqu'elles forment la presque totalité du Delta comme formation alluvionnaire. Les Indigènes en construisent les murs de leurs maisons en l'étalant humide des deux côtés d'une armature en bambou. On en fait des briques, des tuiles, dont sont construites toutes les habitations européennes. Ces briques sont le plus souvent mal cuites et offrent peu de résistance à l'écrasement.

Quelques argiles plus pures, comme celles que l'on trouve à Dap-Cau, Hanoï, etc..., servent à la confection de produits réfractaires qui, s'ils peuvent convenir à certains usages comme la confection de foyers, de cheminées dans les habitations, sont insuffisants pour servir à la construction de fours fonctionnant à haute température. La découverte de gisements d'argile pure et la fabrication de produits réfractaires de première qualité favoriseraient, dans une certaine mesure, le développement de l'industrie tonkinoise, car ces produits venant d'Europe sont grevés de gros frais de transport.

Certaines argiles kaoliniques de la province de Haï-Duong, près de Dong-Trieu, servent à la fabrication de quelques poteries courantes.

En ce qui concerne les divers produits fabriqués avec les terres argileuses, le Tonkin est fortement tributaire de l'étranger, et il serait à souhaiter que les industries céramiques se développassent comme elles pourraient le faire.

En 1907, l'importation a été de 4.200 tonnes de briques, tuiles, carreaux, poteries diverses, dont 900 venant de l'étranger, principalement de Chine.

Le *fer* est encore plus répandu que le zinc et nous constatons à l'examen des analyses chimiques, qu'il existe en plusieurs régions, comme celles de Ba-Xat, de Mo-Xat, de Thaï-Nguyen, des minerais de fer magnétiques, des hématites de toute première qualité et dont les gisements paraissent considérables, d'après quelques prospecteurs sérieux.

Nous ne discuterons pas l'utilité ni la possibilité de l'installation d'une usine sidérurgique. En dehors de l'affaire commerciale, il y a une question délicate de main-d'œuvre. Nous nous

contenterons, en qualité de chimiste, de dire que tous les éléments nécessaires à la métallurgie du fer existent et qu'ils sont d'une qualité très satisfaisante. Les minerais de fer sont riches, peu phosphoreux, quelques-uns manganésifères, et permettent la fabrication d'aciers d'excellente qualité (Ba-Xat, Mo-Xat, Molinham, Mona-Khon). Les minerais manganésifères (région de Thai-Nguyen), les minerais de manganèse (Niem-Son), vraiment purs, peuvent fournir des ferro-manganèses pour le métal Bessemer. Pour le garnissage des fours à puddler, des convertisseurs, on trouve des calcaires dolomitiques suffisamment riches en magnésie. Quant à la question du combustible, le charbon de bois pour la préparation des fontes peut être fourni pendant longtemps par les forêts immenses des régions avoisinant certains gîtes, et le coke pourrait être fabriqué à un prix relativement bas avec les houilles du pays, mélangées à des charbons gras du Japon ou d'autre part.

La France déjà riche avec ces minerais de fer lorrains, algériens, peut joindre les minerais tonkinois à son patrimoine, car viendra certainement un jour où la construction des chemins de fer en Asie, déjà commencée, prendra autant d'importance qu'en Europe.

Pour *le manganèse*, nous avons vu qu'il en existait des gisements de minerais fortement mélangés d'oxyde de fer, mais de bonne qualité. Ces minerais n'ont d'intérêt que par leur voisinage de gisements de fer importants, car ils ne sont pas très riches et on ne peut penser les faire entrer en concurrence avec les minerais du Caucase ou d'autres pays. Ils ne peuvent trouver leur emploi que dans la métallurgie.

Plusieurs gisements de fer, dont quelques-uns à proximité d'importants cours d'eau ont été exploités très activement par

les indigènes et les Chinois, comme ceux des provinces de Bac-Kan et de Thai-Nguyen.

La statistique minière de 1899 enregistrait 7 périmètres de recherche de fer et en 1907, il n'existait encore qu'une propriété minière instituée à Mona-Khon, à l'Est de Thai-Nguyen.

Le *tungstène* est un métal que l'industrie sidérurgique réclame vivement pour la fabrication de ses aciers. Le Tonkin paraît pouvoir en fournir une certaine quantité sous forme de wolfram qu'on expédie tel quel en Europe. L'exploitation de ce minéral s'est développée à Tinh-Tuc, l'an dernier, avec l'installation d'un important outillage moderne.

D'un autre côté, nous avons vu que ce wolfram contenait une certaine proportion de tantale qui peut en augmenter la valeur en le faisant entrer en concurrence avec les métaux rares aujourd'hui si demandées par certaines industries.

L'*étain*, dont l'emploi a beaucoup varié, mais dont le besoin se fait toujours grandement sentir, existe en de nombreux points de la région ouest de Cao-Bang, sous forme de gîtes alluvionnaires comparables à ceux des Détroits, dont l'appauvrissement paraît être très proche. L'épuisement de ceux-ci pourra donner quelque valeur aux gîtes tonkinois qui peuvent fournir un minerai de très belle qualité, mais dont l'exploitation est momentanément abandonnée pour celle du wolfram qui l'accompagne et dont l'industrie paraît avoir un besoin plus pressant.

A Tinh-Tuc, le minerai alluvionnaire lavé aux sluices a fourni, il y a quelques années, une trentaine de tonnes d'étain fin de bonne qualité, au moyen de deux fours de fusion, forme Banca.

La statistique commerciale donne une exportation de minerai d'étain à laquelle il faut joindre le minerai de tungstène de 115 tonnes en 1907 et de 80 tonnes pour les trois premiers trimestres de 1908.

Le Tonkin a importé, en 1907, 70 tonnes et en 1908, 65 tonnes d'étain en saumon ou laminé.

Le *cuivre* prend de jour en jour plus d'importance avec le développement de l'industrie électrique et ces minerais sont de plus en plus recherchés, même à trouver l'emploi, de sulfures titrant à peine 3 0/0 de métal. Les minerais sulfurés, érubescite, chalcosine, chalcopyrite de la Rivière Noire, sont de bonne qualité et d'un traitement métallurgique aisé ; ils sont riches et, bien que leurs gisements se trouvent dans une région malsaine, privée de main-d'œuvre, ils ont à notre avis un sérieux avenir. La pureté du minerai, le voisinage d'un grand cours d'eau assez facilement navigable 8 mois de l'année par sampans ou par jonques et en tout temps par vapeurs de Cho-Bo au Delta, sont d'excellentes conditions économiques. Depuis quelques mois, une société européenne entreprend l'exploitation des gîtes de Van-Saï, près de Van-Yen.

Les minerais des provinces de Bac-Giang et de Quang-Yen sont au contraire d'une grande complexité et souvent mélangés en proportions très variables d'arsenic et de phosphore qui en rendront l'utilisation difficile. Il faut ajouter que les échantillons recueillis sont tout à fait superficiels et que le minerai, s'il existe en profondeur, peut avoir une composition plus régulière et plus pure.

Le *plomb*, depuis l'interdiction de l'emploi de la céruse, perd

quelque peu de son importance. Remplacé par le zinc, dans d'autres applications courantes, les minerais de plomb n'ont guère de valeur que s'ils sont suffisamment argentifères. Néanmoins, beaucoup de galènes tonkinoises sont pures (Ngan-Son, Lang-Chea, Lang-Hit, etc...).

Nous avons donné la quantité d'argent que contient la galène des principaux gisements. Les minerais les plus intéressants sont ceux de Ngan-Son, Tong-Tinh, autrefois exploités et payant une forte redevance annuelle au Trésor de Hué. Il y a une vingtaine d'années, les travaux abandonnés par les indigènes avaient été repris par quelques Européens, mais l'éloignement de ces gîtes, leur difficulté d'accès, le défaut de main-d'œuvre, les ont fait de nouveau délaisser. Nous espérons cependant que cet abandon n'est que momentané et que les moyens de communication, qui facilitent de plus en plus notre pénétration, permettront de reprendre le travail.

Le *mercure*, depuis que l'amalgame des minerais argentifères et aurifères diminue, par suite de la différence de composition des minerais exploités aujourd'hui en profondeur, a perdu considérablement de son emploi.

Le cinabre du Tonkin paraît assez pur et pourrait trouver acquéreur tel qu'il sort de la mine, en Chine, grande consommatrice de vermillon.

Nous ne connaissons pas de minerai d'argent proprement dit. Tout l'*argent* extrait autrefois par les indigènes provenait du traitement des galènes argentifères, surtout celle de la région de Ngan-Son dont l'exploitation, comme nous l'avons déjà dit,

est abandonnée depuis longtemps. La baisse continuelle de ce métal ne doit guère en encourager la reprise.

Quant à *l'or*, il est extrêmement disséminé dans un grand nombre de gisements, surtout alluvionnaires, peu riches. Mais la hausse de ce métal vraiment précieux dont le besoin devient de plus en plus impérieux, incitera sans doute un jour prochain à la recherche des gisements originels ou tout au moins à l'exploitation méthodique des gisements connus, peut-être exploitables avec bénéfice par les méthodes nouvelles.

Le but de ce travail était simplement de passer en revue tous les minerais et minéraux que nous connaissons actuellement au Tonkin et de les étudier au point de vue de leurs caractères et de leur composition.

Examiner la possibilité d'une exploitation quelconque est chose si délicate, si hasardeuse, que nous nous sommes abstenu de toute dissertation sur ce sujet où souvent les moindres hypothèses sont prises pour réalités.

Nous concluons donc, en disant que le Tonkin possède de nombreuses espèces minérales, que tous les minerais importants de l'heure présente sont représentés, qu'ils sont souvent d'une pureté assez grande et qu'ils paraissent souvent assez abondants pour attirer l'attention des prospecteurs et des financiers.

Quoi qu'il en soit, nous serons heureux si cette simple étude peut être de quelque utilité à la grande œuvre colonisatrice de la France.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

Bulletin économique de l'Indo-Chine, 1898 à 1908.

Ed. FUCHS. — Mémoire sur l'exploration des gîtes de combustibles et de quelques gîtes métallifères de l'Indochine, 1883.

H. HUBERT. — Sur une série de roches du Tonkin et sur un gisement de contact de Trong-Loc. Quam-Nam (Annam) (*Bulletin du Muséum d'Histoire naturelle*, 1904, numéros 2 et 3).

A. LACROIX. — Minéralogie de la France et de ses colonies. Paris, Baudry, éditeur, 1893-1909.

— Sur un gisement tonkinois d'autunite. (*Bulletin de la Société française de minéralogie*, XXXI, 1908, 259).

H. LANTENOIS. — Note sur la géologie de l'Indochine (*Mémoires de la Société géologique de France*, 1907).

H. MONOD. — Notice sur les gisements de charbon en Indochine, 1902. Note sur les charbonnages du Tonkin, 1898. Rapport sur les gisements de fer de Ban-Vuoc, 1900 (*Bulletin économique de l'Indo-Chine*).

SERVICE GÉOGRAPHIQUE DE L'INDOCHINE. — Carte du Tonkin au 1/500000.

SERVICE DES MINES DE L'INDOCHINE. — Notice sur la Carte géologique et les Mines de l'Indochine, 1906.

Capitaine ZEIL. — Contribution à l'étude géologique du Haut-Tonkin (*Mémoire de la Société Géologique de France*, 1907) Contribution à la géographie tectonique du Haut-Tonkin (*Annales géographiques*, 1907).

Vu, bon à imprimer :

Le Président de la thèse :

G. BOUCHARDAT.

Vu :

Le Directeur de l'Ecole :

L. GUIGNARD.

Vu et permis d'imprimer :

Le Vice Recteur de l'Académie de Paris :

L. LIARD.

*d'après les travaux du Service Géographique
et du Service des Mines de l'Indo-Chine
par G. Dupouy*



TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION	4
CHAPITRE I. — La minéralogie au Tonkin	5
CHAPITRE II. — Données géographiques et climatologiques . . .	10
CHAPITRE III. — Espèces minérales du groupe des métalloïdes . .	24
CHAPITRE IV. — Espèces minérales du groupe des métaux . . .	54
CHAPITRE V. — Considérations sur la valeur et l'emploi des principales espèces minérales décrites	148



